

# Die unpaaren Flossen der Selachier.

Von

**Paul Mayer**

in Neapel.

---

Mit Tafel 15—19.

---

In einem der früheren Hefte dieser Zeitschrift behandelt DOHRN<sup>1</sup> unter anderen Problemen der Vertebratenmorphologie auch dasjenige der Entstehung und Bedeutung der Flossen. Im Gegensatz zu seinen Vorgängern, welche theils für die Extremitäten umgewandelte Kiemenbogen und Kiemenstrahlen in Anspruch nehmen, theils sie auf Faltenbildungen zurückführen wollen, sucht DOHRN wie in dem ganzen Wirbelthierkörper so auch in seinen Anhängen noch die Spuren von annelidenähnlichen Structuren nachzuweisen. Er widerlegt mit Erfolg die GEGENBAUR'sche Archipterygiumtheorie, indem er zeigt, dass die paaren Flossen einer Reihe von Metameren den Ursprung verdanken, von denen jedes »ein Flossenelement, bestehend aus zwei dorsalen und zwei ventralen Muskelbündeln, zwei Knorpelstrahlen und einem zugehörigen Spinalnervenast,« liefert (p. 169). Er zeigt ferner, dass auch die zwischen Brust- und Bauchflosse gelegenen Metamere genau in derselben Weise, wie es die für die Flossenmusculatur verwendeten Myotome thun, je zwei Muskelknospen produciren, die aber im Verlaufe der Entwicklung zu Grunde gehen. Dass diese von ihm entdeckte Thatsache, die ich durchaus bestätigen kann (s. unten und Taf. 15 Fig. 17), die Theorie von den Seitenfalten nur zu stützen geeignet sei, ist natürlich DOHRN

---

<sup>1</sup> A. DOHRN, Studien zur Urgeschichte des Wirbelthierkörpers. VI. Die paarigen und unpaaren Flossen der Selachier. in: Mitth. Z. Stat. Neapel 5. Bd. 1884. p. 161—195 Taf. 8 u. 9.

nicht entgangen, und er spricht dies auch unumwunden aus. freilich, um sofort an die Widerlegung der von THACHER, MIVART und BALFOUR vorgebrachten Gründe in folgender Weise heranzutreten. Die beiden Linien, welche von der Brust- zu der ihr entsprechenden Bauchflosse gezogen werden und den supponirten Seitenfalten entsprechen, laufen nicht parallel, sondern convergiren nach dem After zu. Im Niveau dieser Linien werfen die Myotome ihre Knospen ab, die theils für die Flossenmuskulatur bestimmt sind, theils zu Grunde gehen; aber auch hinter dem After thun sie dies, und diese postanalen Muskelknospen bilden ein starkes Argument dafür, dass die ventrale unpaare Flosse von Hause aus paar gewesen ist. So lange nämlich noch der Darm den ganzen Schwanz durchzog und erst am Körperende ausmündete, verhielten sich auch die an ihm befindlichen ventralen Extremitäten wie die am Rumpfe, d. h. sie waren seitlich angebracht; erst als der heutige After sich gebildet hatte und der postanale, außer Function gesetzte Darmabschnitt der Resorption verfallen war, konnten die beiden seitlichen Schwanzflossen in der ventralen Mittellinie zur unpaaren verschmelzen. Der Ausfall des Darmes hatte eben auch einen Ausfall des entsprechenden Stückes der Leibeshöhle zur Folge: somit schwand das Hindernis für die Vereinigung der seitlichen Flossen in der Mediane. Es hat demnach weder am Rumpfe noch am Schwanze eine ventrale unpaare Falte bestanden. In ähnlicher Weise verhält es sich mit dem Rücken, für welchen eine gleichfalls unpaare Falte angenommen war. DOHRN zeigt, dass die Muskulatur der dorsalen Flossen durch »Abwerfen oder Abschnürung von Muskelknospen aus dem dorsalen Ende der Myotome« (p. 173) entsteht, also wie bei der ventralen; mithin hat auch die dorsale ursprünglich nicht in der Mittellinie gelegen, sondern ist aus zwei seitlichen entstanden. Wie nun ventral der Ausfall des Darmes, so hat dorsal die Aufbiegung des ursprünglich plattenförmigen Rückenmarkes zu einem Rohre die anfänglich stark seitlich gelegenen Falten einander bis zur Verschmelzung genähert. Indessen DOHRN bestreitet, einmal so weit gediehen, nun auch die Existenz seitlicher »Flossenfalten«, wie sie die oben genannte Autorentrias angenommen, durchaus. Für ihn ist nicht nur der Rumpf und Schwanz segmentirt, sondern sind auch die Anhänge metamere Bildungen, mithin verwandeln sich die seitlichen Falten in »ursprünglich metamerisch getrennte Fortsätze der Segmente«, d. h. in Parapodien, die sich allmählich in die heutigen Flossen umbildeten (p. 179).

So weit DOHRN. Näher auf seine Darlegungen sowohl als auf die der anderen Autoren brauche ich an dieser Stelle nicht einzugehen, da

ich weiter unten noch oft genug Gelegenheit dazu finden werde. Wohl aber möchte ich nicht versäumen, schon hier zu erklären, dass ich mich im Wesentlichen ihm anschließen kann. Hierzu bewegt mich einmal das Resultat einer Nachprüfung seiner Angaben über die thatsächlichen Verhältnisse bei der Entwicklung der unpaaren Flossen, das bei manchen Divergenzen in den Einzelheiten doch auf eine Bestätigung derselben hinausläuft: ferner aber auch der Umstand, dass es mir geglückt ist, in der Embryogenese einer Gruppe der Selachier noch unzweifelhafte Spuren eines Organes anzufinden, das für die Anneliden charakteristisch ist, nämlich von Parapodien. Falls ich mit dieser Anschauung Recht behalte, so würde die Theorie von der Blutsverwandtschaft zwischen Wirbelthieren und Ringelwürmern (s. ampl.) eine neue Stütze gewinnen. Ich schiebe daher auch die Beschreibung des Baues und der Entstehung der unpaaren Flossen noch einstweilen auf und behandle zuerst das, was ich nennen möchte,

### Parapodiale Bildungen bei Selachiern.

Unter dieser Bezeichnung will ich eine Reihe von Organen verstanden wissen, die während des Embryonallebens einiger Haie auftreten, keine oder doch gewiss nur eine unbedeutende Function für den Embryo, bestimmt keine Function für das freilebende Thier haben und auch nicht lange nach dem Ausschlüpfen aus dem Eie zu Grunde gehen. Sie finden sich unter den mir bekannt gewordenen Selachiern nur bei *Pristiurus* und *Scyllium* vor, deren Embryonalentwicklung, wie unten nachgewiesen werden soll, die geringsten Spuren von Verkürzung aufweist, und fehlen also nicht nur bei allen lebendig gebärenden Haien und Rochen, sondern auch bei den Gattungen unter den Rochen, welche ihre Eier ablegen (*Raja* u. A. m.). Ich möchte jedoch die letzte Behauptung nicht mit aller Bestimmtheit wagen, weil junge Stadien von Rochen mir nicht zu Gesichte gekommen sind; da aber sämmtliche ältere Embryonen keine Andeutungen mehr von ihnen tragen, so darf mit ziemlicher Sicherheit ihr gänzlich Fehlen angenommen werden.

Auf besagte Organe wurde ich zuerst aufmerksam, als ich einen schon ziemlich großen Embryo von *Scyllium stellare* (*catulus*) unter dem Präparirmikroskope betrachtete, um ihn vor der Einbettung behufs des Schneidens zu skizziren. Ich glaubte zunächst eine Missbildung oder eine Verletzung vor mir zu haben und wurde in dieser Meinung durch

den Umstand bestärkt, dass die früheren Autoren über Haientwicklung, darunter auch BALFOUR, ihrer nicht Erwähnung thun, obwohl ihnen gewiss *Scyllium* und *Pristiurus* auf den richtigen Stadien oft genug durch die Hände gegangen sein werden<sup>1</sup>. Indessen sind die Organe durchaus constant und gestatten sogar durch ihre charakteristische Form die Bestimmung des Genus, welchem der Embryo angehört. Wie Taf. 15 Fig. 7 zeigt, ist das Ende des Schwanzes nicht etwa drehrund, so dass der Querschnitt ein Kreis oder eine Ellipse wäre, sondern deutlich vierkantig. Und zwar verlaufen zwei Kanten dorsal, die anderen ventral. Jede von ihnen zeigt eine Reihe von Erhebungen, die je weiter man nach hinten zu geht, um so mehr hervortreten und sich bei näherem Zusehen als eigenthümlich geformte Hautbildungen herausstellen, die ich ihrer Gestalt wegen Hautknöpfe nennen möchte. Als solche entstehen sie in besonderen taschenartigen Ausstülpungen der Haut und durchbrechen sie, um mit ihrer Oberfläche nach außen zu gelangen. Was sie aber von den gewöhnlichen Hautzähnen unterscheidet, ist ihre Beziehung zur Musculatur. Ehe ich jedoch über diese berichte, möchte ich die Entstehung der Knöpfe im Verlaufe der Ontogenese besprechen und zugleich eine Schilderung der Schwanzspitze versuchen, da dieselbe auch noch durch andere Merkwürdigkeiten sich von den weiter nach vorn gelegenen Theilen des Schwanzes unterscheidet.

Man untersucht die fragliche Stelle am besten an den Embryonen von *S. stellare*, weil hier in Folge der vergleichsweise enormen Größe derselben alle Theile leichter deutlich werden. Querschnitte von etwa 7—10  $\mu$  Dicke reichen hierzu aus, namentlich wenn sie von Längsschnitten, die erheblich dicker sein können, unterstützt werden. Auf einem Stadium nun, das etwa dem G von BALFOUR entspricht, reicht der Flossensaum bis hinten an das Ende des Schwanzes und besteht gleich der ganzen Haut in dieser Gegend aus einer einzigen Schicht Zellen, die aber nur am Saume mehr cylindrisch, sonst ganz platt sind (Taf. 17 Fig. 3). Genannter Saum reicht, wie hier gleich bemerkt werden mag, nach vorn dorsal, bis etwa zur Mitte des Thieres, ist hingegen ventral nur äußerst schwach entwickelt. Das Nervenrohr ist schon geschlossen, geht aber hinten noch in den Darm über. Es liegt noch unmittelbar der Haut an. Allmählich wird nun die Haut zweischichtig

<sup>1</sup> Die älteren Schriftsteller hierüber habe ich nicht einsehen können. JOH. MÜLLER erwähnt in seiner Abhandlung über den *Mustelus* (Titel s. unten p. 225 Anm. 1) p. 58: »Abbildungen von Scyllien-Fötus mit Dottersack geben DUHAMEL, KLEIN, HOME, EDWARDS und MAYER.«

(Taf. 17 Fig. 8) und schiebt sich zwischen sie und das Rückenmark eine Lage Mesodermzellen ein, die ohne jegliche Anordnung dorthin zu wandern scheinen, jedenfalls keine Andeutung bilateraler Symmetrie im Bereiche der künftigen Schwanzflosse erkennen lassen. Auf diesem Stadium, das ich als das 1. bezeichnen will, ist von den Knöpfen oder auch nur von ihren Anlagen noch nichts zu erkennen. Dies gilt auch noch von dem 2. Stadium, welches sich dadurch charakterisiren lässt, dass auf ihm die paaren Flossen sich anlegen. Hier ist die Epidermis am Schwanz schon zwei- bis dreischichtig; der postanale Darm beginnt sich zurückzubilden und zwar ist sein Lumen hinten noch ziemlich bedeutend, mehr nach vorn geringer und sogar stellenweise ganz verschwunden (Taf. 16 Fig. 6 und 15 p).

Ein durchaus anderes Bild gewähren die Embryonen des 3. Stadiums von 20—25 mm Länge, die etwa dem BALFOUR'schen *L* entsprechen. Die Chorda ist ganz hinten außerordentlich umfangreich und nimmt den größten Theil des Querschnittes ein. Wie Längsschnitte zeigen, ist sie ganz unregelmäßig gekrümmt, so dass von Heterocercie noch eben so wenig die Rede sein kann wie von Homocercie. Auch liegt sie bald mehr bald weniger seitlich. Umgeben ist sie von ungeheuren Bluträumen, die gleichfalls ohne bestimmte Richtung das lockere Mesodermgewebe durchsetzen. Weiter findet sich in dieser Region des Schwanzes nichts von inneren Organen vor, denn Darm und Nervenrohr fehlen. Dagegen nehmen unsere Aufmerksamkeit die Anlagen der Knöpfe gefangen, die hier mitunter alle vier auf einem Schnitte zu sehen sind, und zwar einander so nahe, dass die beiden dorsalen sich in der Mittellinie fast berühren und eben so die beiden ventralen (Taf. 17 Fig. 6). Die äußerste Lage der Epidermis, aus einer Schicht Cylinderzellen mit sehr deutlichen Zellgrenzen bestehend, geht über die Anlagen der Knöpfe glatt hinweg; weiter nach innen folgen mehrere Schichten platter, sich in einander schiebender Zellen mit weniger scharfen Grenzen, während zuletzt die innerste Schicht der Epidermis wiederum von einem schönen Cylinderepithel gebildet wird (Taf. 17 Fig. 2). Dieses ist offenbar dazu bestimmt, den Knopf oder wenigstens seine äußere Wandung — den Schmelz — abzuscheiden, was mir daraus hervorzugehen scheint, dass in dem Maße, wie derselbe an Größe zunimmt, die Zellen ihre Höhe verlieren und zuletzt zu ganz flachen Gebilden werden (Taf. 17 Fig. 1). Dagegen ist das Innere des Knopfes wohl ein Product des Mesoderms: während der Bildung wandern Zellen desselben hinein, sind später aber dort nicht mehr vorhanden, also entweder zu Grunde gegangen oder nach Abscheidung der Knopfmasse allmählich wieder in das Innere des

Schwanzes zurückgetreten. Wie man sieht, bin ich hier zu denselben Resultaten wie O. HERTWIG<sup>1</sup> gelangt.

Da die Knöpfe in der Richtung von hinten nach vorn entstehen, die hintersten somit die ältesten sind (vgl. die Längsschnitte auf Taf. 16 Fig. 10 und 10a), so trifft man sie auf den Schnitten durch Embryonen des 3. Stadiums weiter nach vorn noch kaum entwickelt an. Hier zeigt sich denn nun auch das Rückenmark, aber durchaus nicht etwa in Gestalt eines Rohres, sondern als eine Rinne (Fig. 16), deren Öffnung auch nicht immer nach dem Rücken, vielmehr häufig genug nach der Seite zu schaut. Es kommt sogar vor, dass auf einigen Schnitten die Rinne wieder ganz verschwindet und dann von Neuem auftritt; man sieht also, dass schon auf diesen jungen Stadien die inneren Organe, kaum erst angelegt, der Rückbildung verfallen, wie es für den postanalen Darm längst bekannt ist. Auch noch weiter nach vorn, wenn bereits ein völliges Rohr vorliegt, ist dies stellenweise dorsal oder seitlich offen. Von der Chorda steht es meist weit ab. Der Verschluss des Canales zu einem Rohre wird hier übrigens durch Riesenzellen bewirkt, über die ich weiter unten noch Einiges beibringen werde. Zugleich mit dem Nervenrohre macht sich auf den Schnitten auch die Musculatur bemerkbar; sie beschränkt sich aber auf die beiden Seiten der Chorda und steht somit von den Anlagen der Knöpfe ziemlich weit ab. Anders noch mehr nach vorn: hier tritt sie mit ihrem embryonalen Theile, den man mit DOHRN als Knospe bezeichnen kann, dem Mesoderm des Knopfes immer näher und rückt schließlich sogar in seine Basis hinein (Taf. 16 Fig. 9, Taf. 17 Fig. 2). Dieses für die phylogenetische Bedeutung der Knöpfe ausschlaggebende Factum lässt sich in unzweifelhafter Weise an einer ganzen Reihe von Schnitten ohne die geringsten Schwierigkeiten feststellen. Die äußere Wand der bis dahin geschlossenen Knospe, d. h. des Endes des hier noch schlauchförmigen Myotomes, öffnet sich und verschmilzt mit dem in der Basis des Knopfes gelegenen Mesoderm; mit

<sup>1</sup> O. HERTWIG, Über das Hautskelett der Fische. in: Morph. Jahrb. 2. Bd. 1876 p. 325 ff. Behandelt vorzugsweise Siluroiden und Acipenseriden, giebt jedoch auf Taf. 25 Fig. 6 eine Abbildung und auf p. 365 die Beschreibung eines Schnittes durch einen *Acanthias*-Embryo, an welchem die Anlagen der Placoidschuppen zu sehen sind. Ausführlicher behandelt er das Thema in der Arbeit: Über Bau und Entwicklung der Placoidschuppen und der Zähne der Selachier. in: Jena. Zeit. Naturw. 5. Bd. 1874 p. 331—404 Taf. 12 u. 13. Allgemeines Resultat p. 362: »Die Placoidschuppen entstehen aus einer Anlage, die von zwei Gewebsarten gebildet wird: 1 von einem dem mittleren Keimblatt entstammenden, eine Papille liefernden Keimgewebe (Dentinkeim) und 2 von einem dem oberen Keimblatt entstammenden Epithelialüberzug (der Schmelzmembran).«

anderen Worten also zu den als Hautgebilde aufzufassenden Knöpfen treten embryonale Muskeln. Eine gewisse nicht unbedeutende Einschränkung muss dieser Satz allerdings erleiden: die hintersten, ältesten Knöpfe erhalten keine Muskulatur. Ich möchte jedoch dieses Verhältnis schon als ein regressives auffassen. Hierzu bewegt mich das Verhalten der Schwanzspitze bei noch älteren Embryonen, welche dem 4. Stadium — dem mit frei aus der Haut hervorragenden Knöpfen — angehören. Ganz hinten nämlich fehlt die Muskulatur gleich dem Nervenrohre durchaus; etwas mehr nach vorn ist sie vorhanden, aber nicht mehr embryonal, sondern schon deutlich quergestreift. Sie ragt hier nicht über das Gebiet des Skelettes heraus, das aus der Chorda mit einem ventralen und einem dorsalen Fortsatze besteht, bleibt also weit von den Knöpfen entfernt. Doch fehlt auch hier das Rückenmark, das auf früheren Stadien vorhanden war und jetzt erst noch weiter nach vorn sich zeigt (Taf. 16 Fig. 16), mithin auf Rückbildungen in dieser Region hinweist. Die Muskelknospen, welche zu den vorderen Knöpfen gegangen waren, sind dort nur noch in Spuren vorhanden und haben es jedenfalls nicht zur Bildung echter Muskelsubstanz gebracht. Bewegt werden also die Knöpfe nicht, da sowohl ihre Muskeln kaum über den Zustand des embryonalen Gewebes hinauskommen als auch sie selbst erst später aus der Haut hervorbrechen. Letzterer Vorgang ist übrigens ganz einfach: die Haut verdünnt sich über ihnen, reißt schließlich ein und steht in Fetzen rechts und links ab.

Die fertigen Knöpfe ragen aus der geborstenen Haut mit ihrem freien Ende nur wenig hervor, da ihr Stiel kurz ist. Auf der Innenseite sind sie der Haut mit einer breiten Platte eingefügt. Das hervorragende Ende ist bei *Pristiurus* spitzig und dreikantig, bei *Scyllium* in beiden Arten breit und platt. Ihre Zahl scheint nach den Individuen ein wenig zu variiren. Ich habe mir folgende Angaben hierüber notirt: Bei *S. stellare* sind auf jeder Seite dorsal höchstens 18, ventral 14 Knöpfe in jeder Reihe, im Ganzen also reichlich 60 vorhanden, bei *S. canicula* dorsal 11, ventral 8, also noch nicht 40, bei *Pristiurus melanostomus* erheblich weniger, nämlich höchstens 6 dorsal und 5 ventral, also etwas mehr als 20 im Ganzen. Die dorsalen Reihen dehnen sich (vgl. Taf. 15 Fig. 7) weiter nach vorn aus als die ventralen.

Eine Frage, die sich sofort aufdrängt, ist die: sind die Knöpfe unregelmäßig auf der Oberfläche der Schwanzspitze vertheilt oder sind es segmentale Bildungen? Ganz leicht ist die Entscheidung nicht, ich glaube aber doch für die letztere Alternative eintreten zu können. In der Region, welcher sie angehören, ist nämlich die Chorda ungegliedert,

ferner fehlen hier deutliche Begrenzungen der Myotome, und von Spinalganglien ist, wie ich weiter unten noch zu zeigen haben werde, erst recht keine Rede. Wenn ich jedoch auf Horizontalschnitten (Taf. 16 Fig. 10 u. 10 a) die Länge der Wirbel, da wo sie noch deutlich getrennt vorliegen, mit der Entfernung der Knöpfe von einander vergleiche, so komme ich zu dem Resultate, dass sie streng segmental stehen, was sich ja auch nach ihren Beziehungen zur Musculatur von vorn herein erwarten ließ. Auf späten Stadien reicht allerdings das Knorpelskelett auch in die Region der Knöpfe hinein, indessen haben alsdann die letzteren schon ihre frühere regelmäßige Anordnung aufgegeben und stehen nicht mehr in geraden, sondern in gekrümmten Längsreihen (Taf. 15 Fig. 7 a).

Eine zweite, nicht minder wichtige Frage ist diese: erfüllen die Knöpfe irgend eine Function? Dies führt mich zunächst darauf, ihr weiteres Schicksal zu besprechen. Ich erwähnte schon, dass sie nur bei *Scyllium* und *Pristiurus* vorkommen. Von letzterer Gattung habe ich bisher noch keine kleinen Exemplare untersuchen können, weiß also nicht, wann die Rückbildung vor sich geht. Bei den zwei *Scyllium*-Arten des Golfes jedoch kann ich mit Bestimmtheit angeben, dass nicht etwa nur die Knöpfe, sondern das ganze Schwanzstück, auf dem sie sitzen, eingeht — d. h. entweder abgestoßen oder resorbiert wird. Schon an Embryonen von *S. canicula*, die bei etwa 7 cm Länge dem Ausschlüpfen ganz nahe sind, ist es zwar nicht leicht, die Knöpfe noch von den inzwischen auf der ganzen Haut aufgetretenen Zähnen und Stacheln zu unterscheiden, indessen sind sie noch vorhanden. Nur hat bereits die Schwanzflosse mit ihrem dorsalen und ventralen Lappen die früher frei hervorragende Spitze zwischen sich genommen. Bei jungen Thieren schreitet dieser Process fort, und es ist nicht schwer zu verfolgen, wie allmählich die Spitze ganz zu Grunde geht (vgl. die Abbildungen auf Taf. 15). In gleicher Weise sind bei *S. stellare* von 14 cm Länge, an denen noch eine Spur des Dottersackes bemerklich ist, die Knöpfe sammt dem sie tragenden Theile noch vorhanden, dagegen bei älteren von 18 cm Länge verschwunden. Hieraus dürfte wohl mit aller Sicherheit hervorgehen, dass für die ausgeschlüpften Thiere die fraglichen Organe keinerlei Bedeutung mehr haben. Nicht anders wird es sich mit den Embryonen verhalten. Zuerst freilich glaubte ich eine Function für sie aufgefunden zu haben. Beobachtet man nämlich einen jungen Haifisch im Ei, so wird man leicht gewahr, dass er mit der Schwanzspitze fortwährend am Dottersacke entlang peitscht, und zwar mit ziemlicher Kraft. Ich erinnerte mich nun der Angabe DOHRN's (p. 135), der

zufolge in den äußeren Kiemenfäden Dotter vorhanden sein solle, und bildete mir hieraus die Anschauung, die Knöpfe mit ihren scharfen Rändern seien vielleicht dazu bestimmt, die Haut des Dottersackes anzuritzen oder wenigstens abzureiben, um so dem Dotter den Übergang in den Hohlraum der Eischale zu erleichtern. In der That fällt das Auftreten des »Dotters« in den Kiemenfäden zeitlich mit dem Hervorbrechen der Knöpfe aus ihren Hauttaschen zusammen. Hiervon habe ich mich durch Betrachtung sämtlicher mir in Schnittserien vorliegenden Embryonen aus den betreffenden Altersstufen überzeugt. Indessen die Sache liegt doch einigermaßen anders. Zunächst giebt DOHRN selbst an, er habe »diese Dottermasse sowohl bei Haien wie bei Rochen gefunden und eben so bei eierlegenden wie bei lebendig gebärenden«; da nun die Knöpfe nur bei den drei schon oft von mir erwähnten Arten vorhanden sind, so ist meine Vermuthung hinfällig. Dann aber stammt diese »Dottermasse« oder »Dotteremulsion« höchst wahrscheinlich nicht aus dem Dottersacke her, sondern ist albuminoider Natur und wohl nichts Anderes als das sogenannte Eiweiß<sup>1</sup>, welches den Dotter umgiebt. KRUKENBERG<sup>2</sup> sagt darüber (p. 75), in der gallertigen Flüssigkeit, welche das Ei umgebe, sei kein gelöstes Eiweiß vorhanden, wohl aber bestehen die Häute dieser Gallerte aus einem eiweißartigen Körper. Ich kann ihm hierin nur Recht geben. Bei eben abgelegten Eiern ist, wie ich finde, der Inhalt der Eischale — vom Dotter natürlich abgesehen — eine zähe, dickliche, schwach trübe, nur schwer filtrirbare Masse. Beim Kochen unter Zusatz von Salpetersäure trübt sich das Filtrat nur ganz unbedeutend, enthält also höchstens Spuren von Albuminaten, dagegen giebt der auf dem Filter bleibende Rückstand — die »Häute der Gallerte« — unzweifelhafte Eiweißreactionen. Zu dieser Zeit ist die Eischale noch geschlossen. Später wird die Gallerte dün-

<sup>1</sup> Als solches bezeichnet es JOH. MÜLLER in seiner Abhandlung »Über den glatten Hai des ARISTOTELES und über die Verschiedenheiten unter den Haifischen und Rochen in der Entwicklung des Eies«. Berlin 1842 p. 57; er nennt es »consistent«. Für *Mustelus* giebt er p. 36 die Menge des »gelösten Eiweißes« zu 0,7% an.

<sup>2</sup> C. FR. W. KRUKENBERG, Vergleichend-physiologische Studien. Experimentelle Untersuchungen. 2. Reihe, 1. Abtheilung. Heidelberg 1882. p. 69 ff. Ich entnehme K. die Angabe, dass ALB. PERUGIA (Note sullo sviluppo dell' *Acanthias vulgaris*. in: Boll. Soc. Adriat. Sc. N. Trieste Vol. 5. 1879 p. 8—17) für die Eiflüssigkeit von *A.* 4,27%, von *Galeus canis* 1,69% und von *Mustelus laevis* 5,14% Eiweiß verzeichnet, und finde es ganz gerechtfertigt, wenn er sagt: »was als Eiweiß in den Analysen von PERUGIA aufgeführt ist, wird sich voraussichtlich ebenfalls nur auf die Membranen beziehen können, welche der Masse ihre gallertige Beschaffenheit verleihen«.

ner, sei es nun, dass sie sich von selbst verflüssigt, sei es dass allmählich Seewasser von außen eindringt, was ja geschehen kann, schon ehe die seitlichen Schlitze an der Schale sich öffnen, wie dies auf späten Stadien geschieht. Diese theils mucöse, theils albuminoide Masse nun wird ohne Zweifel von den äußeren Kiemen des Embryo aufgenommen; wenigstens deutet das Aussehen des Kiemeninhaltes auf Schnitten nur auf solche Materie, nicht aber auf Dotter hin. Im Ei von *Raja*, dessen Embryonen mir bisher immer ohne Knöpfe zu Gesichte gekommen sind, ist ebenfalls eine Gallerte um den Dotter vorhanden, mithin ist auch kaum anzunehmen, dass die Knöpfe etwa dazu dienen sollten, die Häute der Gallerte zu zerreißen.

Wenn also die Knöpfe für das ausgeschlüpfte Thier ganz bestimmt und für den Embryo höchst wahrscheinlich keine Function mehr erfüllen, welche Bedeutung mögen sie denn überhaupt haben? Neuerwerbungen, die innerhalb der Familie der Scylliiden aufgetreten sind, können es nicht sein, mithin müssen es Reste früherer Bildungen vorstellen und als solche dürfen sie einen beträchtlichen phylogenetischen Werth beanspruchen. Berücksichtigt man nun ihre Lagerung in zwei ventro- und zwei dorsolateralen Reihen, ihre streng segmentale Anordnung, ihre Verbindung endlich mit Muskeln, so wird man wohl nicht fehl gehen, wenn man sie als Überreste von Parapodien deutet. Mir wenigstens ist zur Zeit kein Organ bei Wirbelthieren und denjenigen Wirbellosen, die hier überhaupt herangezogen werden dürfen, bekannt, auf das sie sich leichter beziehen ließen, als gerade auf die Parapodien. Dass die Knöpfe selbst die Gestalt von Borsten, Paleen etc. nicht haben, dass überhaupt jedes Parapodoid, wenn dieser Ausdruck erlaubt ist, nicht eine Vielheit von Borsten etc. besitzt, wie bei den Anneliden, wird kaum Verwunderung erregen, denn eine so getreue Vererbung annelidenähnlicher Structuren kann man doch nicht erwarten; auch der Umstand, dass die Muskeln embryonal bleiben, und die Knöpfe zu keiner Zeit ihrer Existenz activ beweglich sind, ist weiter nicht auffällig, wenn man bedenkt, dass sie bei ihrer relativen Kleinheit für den ausgeschlüpfen jungen Hai weder als Bewegungs- noch als Schutz- oder sonstiges Organ von irgend einem Nutzen sein können.

Es ist leicht erklärlich, dass ich nach dem Funde der Parapodoide es mir sehr angelegen sein ließ, auch noch die anderen Körpertheile der Embryonen auf ähnliche Bildungen speciell zu untersuchen. In gleicher Prägnanz wie auf der Schwanzspitze habe ich sie freilich nirgendwo entdecken können, überhaupt scheint die ganze ventrale Seite

des übrigen Körpers davon frei zu sein. Immerhin wäre es möglich, dass innerhalb der an Gattungen und Arten reichen Familie der Scylliden, die wohl sämtlich ovipar sein werden, sich Formen finden lassen, die in dieser Beziehung noch conservativer sind, als die beiden *Scyllium* und der *Pristiurus* aus dem Mittelmeere. Aber ich möchte bei diesen dreien wenigstens am Dorsalthelle des Rumpfes ähnliche Bildungen hierherziehen. Diese sind bereits von DE FILIPPI gesehen und natürlich auch gleich dazu benutzt worden, die beiden mit ihnen versehenen jungen Exemplare als eine eigene Art *S. acanthonotum* zu beschreiben. GÜNTHER<sup>1</sup> hat darauf die betreffenden Bildungen ausdrücklich als embryonal bezeichnet und die fragwürdige Art mit vollem Rechte eingezogen. Es handelt sich hier (Taf. 15 Fig. 2, 3, 6) ebenfalls um Hautzähne, die gleich den Parapodoiden segmental angeordnet sind und auch dorsolateral an einer Stelle stehen, welche genau der dorsolateralen Reihe der Parapodoide entspricht. Sie treten beim Embryo ganz früh auf, geraume Zeit bevor sich eine Spur der übrigen Hautzähne zeigt (Taf. 15 Fig. 1), und bleiben auch lange noch vor diesen durch ihre Größe ausgezeichnet, bis sie bei jungen freilebenden Thieren unkenntlich werden, ohne jedoch darum, gleich den Parapodoiden, abzufallen, sondern lediglich dadurch, dass die Hautzähne in ihrer Umgebung dieselbe Größe erreichen. Muskeln treten aber nicht an sie heran, denn zu der Zeit ihrer Entstehung ist dort keinerlei embryonaler Muskelrest mehr vorhanden. Was mich gleichwohl in meiner Auffassung von ihrer Werthigkeit als Parapodoide nicht wankend macht, ist ein anscheinend geringfügiger Umstand. Die beiden Reihen beginnen nämlich hinten genau dort wo die vordere Dorsalis vorn endet, setzen sie also gewissermaßen fort. Dies gilt für alle drei Arten, einerlei wie weit sich der provisorische Flossensaum weiter nach vorn erstrecken möge. Die Reihen hören vorn in der Höhe der Kiemen auf, benutzen also den ganzen Rumpf bis zum Beginn der vorderen Dorsalis. Ihre Anzahl ist für die Art constant und auch nur

<sup>1</sup> ALBERT GÜNTHER, Catalogue of the Fishes in the British Museum. Vol. 8. London 1870 p. 403: »This name has been given to a foetal example from the Mediterranean, with a double series of spines along the back. Such spines are found in the embryos of a number of species of *Scyllium*, *Chimaera* etc. The specimen examined by FILIPPI was either a *Sc. stellare* or *canicula*.« GÜNTHER giebt ausdrücklich diese Zähne an für *S. Bürgeri* und für *Callorhynchus antarcticus* hier stehen sie auf »the crown of the head, and on the back of the trunk and tail«. AUG. DUMÉRIEUX (Histoire naturelle des Poissons ou Ichthyologie générale. Tome I Elasmobranches. I. Partie. Paris 1865 p. 694 Taf. 14 Fig. 4) bildet sie für *C. Peronii* ab. Sie stehen hier auf dem Kopfe und sowohl vor wie hinter der zweiten Dorsalis, also genau da, wo keine unpaare Flosse vorkommt.

ziemlich geringen individuellen Schwankungen unterworfen; bei *Pristiurus* constatire ich etwa 20, bei *S. canicula*, als der kleineren Art, 27—31, bei *S. stellare* dagegen 34—38 in jeder Reihe.

Bekannt ist, dass bei den erwachsenen Rochen sowohl auf der Rumpfscheibe als besonders auf dem Schwanze enorme Hautstacheln theils isolirt, theils in Reihen regelmäßig angeordnet vorkommen. Wie viel von diesen Bildungen hierher zu beziehen ist, lässt sich ohne genaue Untersuchung der Embryonalstadien natürlich nicht ermitteln, und damit wird es mangels geeigneten Materiales wohl noch auf lange gute Wege haben. Die wenigen Stadien von nicht genauer bestimmten Rochen ergeben nichts für unseren Zweck Brauchbares. Dasselbe gilt für *Cheiloscyllium*, wo sowohl mediane als laterale Kiele vorkommen. Es bedarf übrigens wohl kaum der ausdrücklichen Erwähnung, dass weder bei *Torpedo* noch bei *Mustelus* oder irgend einem anderen Embryo eines viviparen Selachiers von Parapodoiden am Rumpfe oder Schwanze sich irgend eine Spur gezeigt hat. Leider haben mir von den Notidaniden keine Jugendformen zur Verfügung gestanden.

Eine andere Eigenthümlichkeit, die ich bis jetzt wenigstens für ein ausschließliches Merkmal der Scylliden als der archaischen Selachier erklären muss, sind die Riesenzellen im Rückenmarke. Sie sind mir zuerst auf den Schnitten durch die Schwanzspitze (Taf. 16 Fig. 2 u. 5) aufgefallen, finden sich jedoch auch weiter nach vorn zu vor. BALFOUR bildet sie in seiner Entwicklungsgeschichte der Haifische auf einem Schnitte durch *S. canicula* etwa in der Höhe der Bauchflosse ab, wo ihrer zwei dicht neben einander auf der Dorsalseite des Rückenmarkes liegen, und nennt sie in der Erklärung zu dieser Figur 1 der Tafel 13 einfach »peculiar cells«, ohne ihrer im Texte zu erwähnen. Ich selbst weiß auch nichts Rechtes damit zu machen. Am Schwanze, namentlich ganz hinten, liegen sie unregelmäßig, oft zu mehreren auf einem Schnitte, weiter nach vorn ordnen sie sich mehr dorsal an. Dabei sind sie oft, wie auf Längsschnitten deutlich wird, weit von einander entfernt, treten aber auch eben so oft zu förmlichen Nestern zusammen. Nach vorn reichen sie bis zum 4. Ventrikel, vielleicht auch noch weiter. Bei jungen Embryonen von 6mm Länge liegen sie ganz oberflächlich und bilden im Bereiche der Schwanzspitze einfach den Verschluss des Rückenmarkrohres, haben also vielleicht mit der Entstehung desselben irgend wie zu thun. In einzelnen Fällen habe ich sie auch außerhalb gefunden, dann auch wieder, wie sie anscheinend im Begriffe stehen, hineinzuwandern. Bei älteren rücken sie in dem Maße, wie der Centralcanal mehr nach innen

geräth und sich relativ verkleinert, tiefer und tiefer. bleiben aber immer durch ihre Größe kenntlich. Sie haben amöboide Umrisse und scheinen durch Fortsätze mit einander in Verbindung zu stehen. Offenbar sind es Elemente, welche dem Mesoderm angehören. Weiter konnte ich an Schnitten in Balsam nichts über sie ermitteln, würde ihrer auch hier gar nicht gedacht haben, wäre mir nicht die Beschränkung ihres Vorkommens auffällig geworden. Bei *Torpedo* und *Mustelus* habe ich sie nicht finden können, obwohl mir von beiden Thieren Schnittserien in ausreichender Menge zur Verfügung standen; wie es sich mit »*Raja*« verhält, weiß ich nicht.

Nachdem wir so im Vorhergehenden eine sichere Basis gewonnen haben, wird es sich nun um die Zurückführung der unpaaren Flossen auf paare segmentale Bildungen, mit anderen Worten auf Parapodien handeln. Wir haben in Betracht zu ziehen Haut, Musculatur, Nerven, Gefäße und Skelett der Flossen und zugleich zu unterscheiden zwischen Rücken- (Dorsal-), After- (Anal-) und Schwanz- (Caudal-)flosse und bei letzterer wiederum zwischen ihrem dorsalen und ventralen Theile. Als Typus der unpaaren Flosse nach Bau und Entstehung nehme ich die Dorsales in Anspruch und werde daher zunächst diese schildern, um später die Abweichungen, welche die übrigen Flossen zeigen, daran anzuknüpfen. Auch hier wiederum wird es sich zeigen, dass von den uns bekannten Selachiern die Scylliiden in den meisten Punkten die relativ ursprünglichsten Verhältnisse darbieten.

### Ontogenese der unpaaren Flossen.

Die Litteratur hierüber ist merkwürdig dürftig. Bei JOHANNES MÜLLER finden sich kurze Angaben<sup>1</sup> über die embryonalen Hautsäume von *S. stellare* und *Raja*. Neuerdings macht DAVIDOFF<sup>2</sup> einige Bemerkungen über Skelett und Innervirung der unpaaren Flossen. Auch was BALFOUR in seiner Haientwicklung<sup>3</sup> und später in der Vergleichenden Embryologie<sup>4</sup> sagt, ist herzlich wenig. Bei der Beschreibung der äußeren

<sup>1</sup> l. p. 225 c. p. 64 u. 65.

<sup>2</sup> M. v. DAVIDOFF, Beiträge zur vergleichenden Anatomie der hinteren Gliedmaßen der Fische. in: Morph. Jahrb. 5. Bd. 1879. p. 450—520. Taf. 28—31.

<sup>3</sup> F. M. BALFOUR, A Monograph on the development of Elasmobranch fishes. London 1878. p. 75 T. 7, p. 98 und 101.

<sup>4</sup> idem, A treatise on Comparative Embryology. Vol. 2. London 1881.

Form erwähnt er der Flossen nur ganz nebenher: die Abbildungen nach in Chromsäure gehärteten und offenbar auch geschrumpften Embryonen von *S. canicula* sind nicht besonders gut. Auf Stadium *L* sind die Flossen noch kontinuierlich, auf *N* dagegen bereits »in der für das Genus *Scyllium* charakteristischen« Art angeordnet. Bleibt somit nur DOHRN, dessen Darstellung ich im Großen und Ganzen bestätigen kann; ich werde dies des Näheren bei den einzelnen Punkten besprechen.

#### Auftreten und Schwund des Hautsaumes.

Bei den drei genannten Scylliiden und außerdem wohl nur noch bei den oviparen Rochen geht mit der Bildung der unpaaren Flossen das Auftreten eines provisorischen Hautsaumes Hand in Hand. Dieser erstreckt sich bei den Scylliiden genau median ventral vom After aus nach hinten bis nahe an die Schwanzspitze und von da dorsal nach vorn bis etwa zur Höhe des Vorderrandes der Bauchflossen. Anfänglich ist er sehr niedrig und besteht auf dem Querschnitte nur aus zwei dicht an einander gepressten Reihen von etwa 4—6 Cylinderzellen<sup>1</sup>. Allmählich wächst er jedoch in die Höhe; DOHRN sagt (p. 173) ganz prägnant: »sie [die Hautfalte] schiebt sich nach oben empor, das Mesodermgewebe drängt sie hinaus, und sie bildet . . . einen Kiel, auf dem Querschnitt einem gleichschenkligen Dreieck gleichend, dessen Basis je nach der Region und dem Entwicklungsstadium breiter oder schmaler erscheint«. Der Saum entsteht, so viel ich sehen kann, auf dem Rücken früher als auf dem Bauche, und zwar in der Richtung von vorn nach hinten. Seine Höhe ist übrigens schon von Hause aus nicht völlig gleich, vielmehr wechseln hohe Stellen mit niedrigen ab. Das in seinem Inneren auftretende Mesoderm ist Anfangs sehr spärlich, d. h. seine Zellen liegen sehr zerstreut und sind durch lange Ausläufer mit einander verbunden (Taf. 17 Fig. 8). Bald jedoch rücken sie im Bereiche der späteren definitiven Flossen näher zusammen (Taf. 16 Fig. 14),

<sup>1</sup> BALFOUR, Elasmobranchs p. 95 sagt über ihn: »Although at this stage [G—I] the dorsal fin is not continued as a fold anteriorly to the level of the anus, yet a columnar thickening or ridge of epiblast, extending along the median dorsal line nearly to the level of the heart, forms a true morphological prolongation of the fin. On the ventral side of the tail is present a rudiment of the ventral unpaired fin, which stops short of the level of the anus, but, though less prominent, is otherwise quite similar to the dorsal fin and continuous with it round the end of the tail. As this stage the mesoblast has no share in forming either fin.« Hierzu Querschnitte auf Taf. 10; sie entsprechen meiner Taf. 17 Fig. 3.

und so erscheint der Saum hier undurchsichtiger als dort, wo er später resorbiert wird. Letzteres findet im Wesentlichen nach vorn von jeder definitiven Flosse statt: überhaupt erreicht der Saum dicht hinter jeder Flosse nur eine geringe Höhe, so dass die Flosse mit ihrem Hinterrande schon ziemlich früh frei herausragt. nach vorn hingegen unmerklich in den Saum verläuft. Dieser bekommt bald einen wellig ausgezackten äußeren Rand und behält nur hier noch eine ziemliche Hautdicke bei. während im Übrigen die inzwischen mehrschichtig gewordene Haut sich rückbildet. Es scheint, als wenn hierbei die äußeren Schichten der Haut sich abstoßen oder auflösen (um in flüssigem Zustande wieder von den äußeren Kiemenfäden aufgenommen zu werden?), wenigstens trifft man nur noch hier und da nach außen von dem einschichtigen Epithel vereinzelte platte Zellen an (Taf. 17 Fig. 7). Auch wird das Epithel späterhin immer flacher, während es nahe der Basis des Saumes, da wo dieser in den Körper übergeht, aus sehr hohen Cylinderzellen besteht. Die Mesodermzellen ordnen sich an dieser Stelle zu parallelen Zügen an, die quer von der einen Seite zur anderen reichen und so den Innenraum des Flossensaumes gewissermaßen von dem Körper abschließen. Zu erwähnen bleibt noch, dass in dem Saume nie Blut circulirt; allerdings thut es dies zu jener Zeit auch in den Flossen noch nicht.

Bei »*Rajae*« befindet sich auf noch recht jungen Stadien von etwa 30 mm Länge, die durchaus haifischähnlich, langgestreckt sind, nach vorn von den beiden Dorsales kein Saum, wohl aber nach hinten von der letzten ein einheitlicher, der bis zur Schwanzspitze reicht. Ältere Embryonen von etwa 70 mm Länge mit ganz kleinen äußeren Kiemenfäden haben zwei dorsolaterale Säume, die aber auch im Bereiche der Rückenflosse vorhanden sind und nach vorn bis zur Höhe der letzten Kieme reichen. (An älteren, bereits ausgeschlüpften Thieren stehen hier reihenweis Stackeln.) Ventrolateral haben sie ebenfalls zwei Säume, die von hinten, da wo die letzte unpaare Flosse auftritt, bis vorn an die Grenze zwischen Schwanz und Rumpf reichen.

Bei allen übrigen Embryonen ist von Hautsäumen nur in ganz geringem Maße die Rede. Sie kommen nicht über das Anfangsstadium der bei den Scylliden vorhandenen hinaus, ragen also kaum hervor. Namentlich ist zu erwähnen, dass die beiden Dorsales nie durch einen einigermaßen hervortretenden Saum verbunden sind, vielmehr sich von vorn herein getrennt anlegen. Auch hierin sehen wir wohl mit Recht ein Zeichen abgekürzter Entwicklung.

## Die Dorsales.

Bei den Scylliiden stehen sie ziemlich nahe an einander (die vordere auf der Grenze von Rumpf und Schwanz, die hintere auf dem letzteren) und sind beide von ungefähr derselben Größe. Auf jungen Stadien enthalten sie in ihrem Inneren lediglich ziemlich dichtes Mesoderm: die Haut ist zu dieser Zeit bereits zweischichtig. Die Musculatur begiebt sich jedoch schon ziemlich früh hinein, und zwar in die vordere Dorsalis eher als in die hintere. So wenigstens bei *Mustelus* und *Pristiurus*; bei Embryonen des letzteren von 14 mm Länge ist noch nichts von ihr zu sehen, wohl aber bei solchen von 16 mm Länge.

DOHRN sagt im Ganzen richtig (p. 173): »Die Musculatur entsteht genau so wie die der paarigen und der unpaaren ventralen Flossen: durch Abwerfen oder Abschnürung von Muskelknospen aus dem dorsalen Ende der Myotome. Die Knospen sind mit äußerster Regelmäßigkeit gebildet, und lagern sich genau an die Basis der auf dem Durchschnitt dreieckigen Flosse. Hier wandeln sie sich allmählich in Muskelfasern um.« Und auf p. 163 heißt es von der Brustflosse: »Jedes Myotom producirt zwei solcher Säckchen oder Knospen, ein vorderes und ein hinteres.« Ich habe dieser Darstellung nur wenig hinzuzufügen. Abortivknospen, d. h. solche, die zu Grunde gehen, ohne für die definitive Flosse etwas zu leisten, finde ich hinter der letzten Dorsalis nur bei *Pristiurus*, doch mögen sie auch bei den Scyllien vorkommen, ohne dass es mir gelungen wäre sie bei ihrer offenbar nur kurzen Lebensdauer zu beobachten. Vor der ersten Dorsalis habe ich überhaupt mit Sicherheit keine gefunden, dagegen in dem Raume zwischen den beiden Dorsales sowohl bei *S. canicula* (Taf. 16 Fig. 7 a) als auch bei *Pristiurus*. Zum Theile sind sie noch recht ansehnlich. Man muss sich jedoch hüten, auf den Querschnitten die abgeschnittenen embryonalen Enden der Myotome für sie zu halten (Taf. 16 Fig. 13); dieser Fehler liegt nahe, weil die Myotome sich derart über einander schieben, dass auf dem Schnitte gewöhnlich mindestens zwei getroffen werden. Daher kann man auch die Abortivknospen noch nicht von den Enden der Myotome unterscheiden, so lange sie noch mit ihnen zusammenhängen, sondern erst dann, wenn sie sich bereits abgeschnürt haben und als freie Säckchen daliegen. Kurz vor dem Zugrundegehen lassen sie sich schon leicht mit gewöhnlichen Mesodermzellen, in die sie wohl sich umwandeln werden, verwechseln.

Es ist mir durchaus nicht leicht geworden, über die Anzahl der

Knospen, welche jedes Segment abgibt, ins Reine zu kommen, und doch ist gerade dieser Punkt von Wichtigkeit, denn nur so gelingt die Bestimmung, welchen Metameren die Flosse angehört. Bei der Schnelligkeit, mit welcher die entscheidenden Prozesse sich abspielen, gehört dazu eine lückenlose Reihe von Stadien, und diese habe ich selbst bei *Pristiurus* nicht zur Verfügung gehabt. Da bei den erwachsenen Thieren auf jeden Flossenknorpel ein Muskelbündel kommt (Genaueres s. unten p. 237), so dürfen wir bei *Pristiurus* in der vorderen Dorsalis 14, in der hinteren 15 Bündel erwarten. Ich habe nun auf jüngeren Stadien fast stets nur 7 gesehen, auf älteren mehr und mehr bis zur Maximalzahl; es hat aber lange gedauert, bis ich eine oder die andere in Knospung antraf (Taf. 15 Fig. 16) und so mit Sicherheit constatiren konnte, dass die 7 (bei der hinteren wohl 8) die ursprünglichen sind und sich hinterher theilen. Merkwürdigerweise aber giebt im Gegensatze zu dem Befunde bei den paaren Flossen jedes Myotom zunächst nur eine Knospe ab, entweder aus seiner Mitte oder mehr vom Ende her, je nachdem es der definitiven Flosse näher oder ferner liegt. So zähle ich z. B. für die hintere Dorsalis 9 oder sogar 10. Von ihnen aber gehen ohne Zweifel die äußersten zu Grunde und es bleiben nur die mittleren erhalten. Auf dem nächsten Stadium nämlich — dem mit 7 — liegen die Knospen derart, dass auf jedes Myotom 2 kommen (Fig. 13 u. 14). Da nun sowohl die vorderste als auch die hinterste noch mit dem betreffenden Rumpfmuskel fest verbunden sind, so ist eine Wanderung von Knospen ausgeschlossen. Ob nun jedes Myotom, welches zu der Flosse beiträgt, direct eine zweite Knospe abgibt oder ob die erste sich theilt, habe ich nicht beobachtet. Thatsache ist, dass die hintere Dorsalis 4 Myo- und eben so vielen Neurotomen entspricht; für die vordere auf der Grenze von Rumpf und Schwanz kommen auf jedes Myo- resp. Neurotom im Durchschnitte 3 Knospen. Bei *Scyllium stellare* ist gleichfalls für die hintere Dorsalis bestimmt jedes Myotom äquivalent 4 Knospen, nur muss hier wie auch bei *Pristiurus* etc. die Einschränkung gemacht werden, dass nur die mittleren Knospen eine derartige Regelmäßigkeit zeigen, während die äußeren sich in eine geringere Anzahl Muskelbündel verwandeln.

Um sich eine richtige Vorstellung von dem Bau der Flossen auf späteren Stadien zu machen, sind reine Querschnitte nicht zu brauchen, weil sie die schräg nach hinten gerichtete Flosse nicht in der richtigen Weise treffen. Vielmehr müssen hier außer Längsschnitten schräge angewandt werden, deren Richtung natürlich für die dorsalen Flossen ziemlich rechtwinklig auf der für die ventralen stehen muss. An solchen

sieht man nun (Taf. 16 Fig. S), dass die Muskeln von einem bindege-  
webigen Septum, welches den Hohlraum der Flosse von dem des Stammes scheidet, ausgehen und sich an die Hornfäden inseriren. Dass sie sich nicht an die Knorpel ansetzen, wie man von vorn herein vermuthen möchte, hat bereits DAVIDOFF, allerdings nur für die Teleosteer und Ganoïden hervorgehoben. Auch THACHER<sup>1</sup> giebt dies für die Selachier an. Sie gehen aber doch nur zum Theil an die Hornfäden, wie weiter unten (p. 244) bei der Besprechung der Flosse im fertigen Zustande gezeigt werden soll.

Über die Innervation der Flosse sagt DOHRN (p. 174): »sie erfolgt durch einen aufsteigenden Ramus dorsalis der Spinalnerven. Derselbe scheint unmittelbar von den unteren Wurzeln derselben auszugehen, aber freilich so nah dem dorsalen Ganglion gelagert, dass es schwierig erscheint, die Nichtbetheiligung dorsaler Fasern behaupten zu wollen.« In der That ist an Embryonen die Sache nicht leicht zu ermitteln, dagegen lassen sich an jungen oder ausgewachsenen Thieren die Nerven ohne große Mühe so weit präpariren, wie für diesen Zweck erforderlich ist. Namentlich ist dies im Bereiche der hinteren Dorsalis (und der Analis) der Fall, wo sich die Myotome stark in die Länge strecken, somit auch die Nerven in langen Bahnen verlaufen und deutlich von einander getrennt bleiben. Man sieht hier, wie die motorische, mehr nach vorn aus dem Knorpelrohr austretende Wurzel einen Ast zur Dorsalis giebt, der sich schräg nach hinten und oben wendet. Hier versorgt er mit einigen Zweigen die Musculatur des Stammes, tritt mit anderen in die Flossenmusculatur ein und schickt auch einige nicht sehr kräftige nahe der Mittellinie an die Knorpel. Der dorsale Zweig der sensiblen Wurzel entspringt ziemlich nahe, aber hinter dem motorischen, geht dann zunächst nach hinten, darauf aber ziemlich im rechten Winkel nach dem Rücken zu und verläuft nun in weitem Abstände von jenem innerhalb der Stammesmusculatur und der Flosse. Beide

---

<sup>1</sup> JAMES K. THACHER, Median and Paired Fins, a Contribution to the History of Vertebrate Limbs. in: Trans. Connecticut Acad. Vol. 3. 1877. p. 251—310. T. 49—60. Unpaare Flossen der Elasmobranchier p. 284—291. Es werden nur die Dorsales und die Analis in Betracht gezogen. »Each ray has on each side a special muscle, separated from its fellows by the fibrous sheet which runs from between the rays to the integument. Each little muscle developes in its median line a flat tendon, which, parallel to the surface of the fin, inserts itself in the fascia covering the extremities of the fin-rays and the proximal ends of the well known horny fibers, which here supplement the primordial skeleton« . . . (p. 285).

Zweige, der motorische und der sensible, stehen an irgend einem Punkte ihres Verlaufes mit einander in Verbindung, so dass ein Austausch der Fasern stattfinden kann; freilich ist manchmal der »Ramus communicans« äußerst dünn, und überhaupt kommen hier so viele Regellosigkeiten vor, dass sich kaum mehr Allgemeines darüber sagen lässt. Jedenfalls ist so viel sicher, dass wo beide Zweige längere Zeit hindurch genau denselben Verlauf haben, sie fast auf der ganzen Strecke eigentlich doch nur dicht neben einander gelagert sind und nur an einem kleinen Punkte wirklich verschmelzen.

Aber nicht nur die beiden dorsalen Zweige desselben Spinalnerven stehen mit einander in Zusammenhang, sondern auch der vordere von ihnen ist jedes Mal in Verbindung mit dem hinteren des zum vorhergehenden Segmente gehörigen Nerven. Dies Verhältnis wird freilich nicht überall gleich deutlich, und zwar gilt das nicht etwa bloß von den verschiedenen Regionen ein und desselben Thieres, sondern auch von den verschiedenen Arten. Besonders stark finde ich diese Eigenthümlichkeit in dem Bereiche der 1. Dorsalis von *Zygaena* ausgeprägt (Taf. 18 Fig. 4), etwas weniger schon bei *Mustelus*, aber in geringerem Grade scheint sie doch überall vorzukommen. Indess auch abgesehen von dieser Verbindung, deren functionelle Bedeutung ich noch zu erörtern haben werde, findet eine andere mittels der »Nervi collectores« statt, wie sie auch von Teleosteern beschrieben sind. Ein solcher scheint dicht an der Mediane, auf der bindegewebigen Scheidewand, welche beide Antimeren von einander trennt, ganz allgemein sämmtliche dorsalen Nervenzweige mit einander zu verbinden, ist jedoch meist so dünn, dass man ihn leicht übersieht. Nur da, wo das Vorhandensein der Flosse überhaupt die Nerven dicker zu werden zwingt, ist auch der Collector deutlicher. Und zwar giebt es, wenigstens bei *Scyllium*, *Mustelus*, *Centrina*, vielleicht aber bei allen Selachiern für jede gut entwickelte Dorsalis ihrer zwei, einen noch außerhalb derselben und einen anderen, welcher in der Flosse selber quer über die Basalstücke der Knorpel hin verläuft. Ganglienzellen habe ich in ihnen nicht wahrgenommen. Man könnte dazu geneigt sein, den einen Collector für den motorischen, den anderen für den sensiblen zu halten. Je stärker übrigens die Musculatur der Flosse wird, d. h. je mehr ihre Basis sich auch lateral ausdehnt, desto weiter entfernen sich auch die Collectoren von der Mediane. Als dann liegt der Hauptcollector ihr näher als der schwächere. In der Flosse selbst finden natürlich zwischen den im Allgemeinen den Knorpel- und Muskelbündeln analog verlaufenden Nerven reiche Plexusbildungen statt, namentlich dann, wenn in ihr eine große Zahl Segmente

auf einen kleinen Raum concentrirt ist, z. B. bei der vorderen Dorsalis von *Acanthias*.

Von den Collectoren giebt DAVIDOFF zwar richtig an, dass sie großen individuellen Variationen unterworfen seien; wenn er sie aber für die Dorsales im Gegensatze zu den paaren Flossen auf die Flossen selbst beschränken möchte, so kann ich ihm darin nicht beipflichten. Er sagt in allerdings nicht ganz klarer Weise (l. p. 229 c. p. 509 Anm.): »Bemerkenswerth ist der Umstand, dass die erwähnten in den unpaaren Flossen vorkommenden Längsstämme bloß auf dieselben beschränkt zu sein scheinen, was ja auch sehr verständlich ist, weil an den unpaaren Flossen keine Wanderung stattfindet. Es können allerdings auch hier vor oder hinter der Rückenflosse Queranastomosen der bezüglichen Nerven vorkommen, welche aber dann als Rudimente aufgefasset werden müssen, die jedenfalls ohne Beziehung zu der vom ursprünglichen Saume erhaltenen Flosse stehen, ich meine, dass das Vorkommen solcher rudimentären Queranastomosen, welche vielleicht jetzt noch sporadisch auftreten, sogar wahrscheinlich ist.« Die Collectoren sind eben nicht auf die Flossen beschränkt, und dieser Umstand erschwert in vielen Fällen die Bestimmung, zu welchen Segmenten die Flosse eigentlich gehört.

Das Wenige, was ich über das Auftreten der Gefäße während der Ontogenese ermittelt habe, möchte ich hier nicht beibringen, weil mir die Vergleichspunkte mit den fertigen Zuständen fehlen und ich mich nicht gern dem Vorwurfe aussetzen möchte, welchen HAECKEL neuerdings zu erheben Veranlassung nimmt<sup>1</sup>. Ich hoffe in einer späteren Arbeit diese Lücke ausfüllen zu können.

Auch betreffs der Entstehung des Skelettes ist die Litteratur sehr dürftig. Nach DAVIDOFF, welcher *Scyllium* und *Acanthias* untersuchte, enthält es bei den unpaaren Flossen embryonal eben so viele Strahlen wie Wirbelfortsätze, »mit ihren Enden ihnen unmittelbar angeschlossen«. Daher sind die Flossenknorpel »unzweifelhaft Abgliederungen der oberen sowohl als unteren Dornfortsätze« (l. p. 229 c. p. 514). Dagegen

<sup>1</sup> E. HAECKEL, Ursprung und Entwicklung der thierischen Gewebe. in: Jena. Zeitschr. f. Naturw. 18. Bd. 1885. Er sagt p. 2 des Sep.: »Bei aller Anerkennung der Fortschritte, welche wir den »Schnitt-Serien« verdanken, möchten wir es doch für nothwendig erklären, dass der Anfertigung derselben eine vollständige, vergleichend-anatomische Kenntnis des ganzen betreffenden Thieres vorausgehe; bei sehr vielen (— besonders jüngeren —) Embryotomen der neueren Zeit ist dies bekanntlich nicht der Fall; daher so viele Widersprüche und Missverständnisse.«

spricht sich DORR folgendermaßen aus (p. 173). »Bald nach ihrer [der Muskelknospen] Anlagerung an die Basis der Flosse entstehen im Mesodermgewebe derselben eben so wie in Brust-, Becken- und Bauchflossen einfache unpaare Knorpelstrahlen, die anfänglich ohne jede Verbindung mit anderen Skelettelementen bleiben.« Diese Darstellung kann ich lediglich bestätigen und habe auch zur Ergänzung nur wenig hinzuzufügen. Man sieht auf jungen Stadien, nachdem bereits die Musculatur sich angelegt hat, im Inneren der Flosse eine mediane zusammenhängende Schicht Bindegewebe, aus dem sich später die Knorpel differenzieren<sup>1</sup>. Es kann dabei nicht dem geringsten Zweifel unterliegen, dass die Knorpel sämtlicher Flossen unabhängig vom Achsenskelett entstehen (Taf. 16 Fig. 5 und 8) und erst später mit ihm in Verbindung treten; auch werden sie eher im Apical- als im Basaltheile der Flosse deutlich. Auf je 2 Muskelknospen kommen in der Anlage, allerdings mit einer gleich zu besprechenden Ausnahme, 2 Knorpel; sie sind von Hause aus ungegliedert und erlangen erst später ihre Gliederung, doch habe ich über diesen Punkt keine genaueren Untersuchungen angestellt und weiß darüber keine Einzelheiten zu melden. Wie die ganze Flosse so sind auch sie schräg nach hinten gerichtet und können daher nur auf Schrägschnitten (Taf. 16 Fig. 8) ordentlich studirt werden. Auf Horizontalschnitten wird deutlich, dass nicht nur bei den Dorsales, sondern auch bei der Analis am hinteren freien Rande ein Muskelsegment mehr vorhanden ist als Knorpelstrahlen; an Stelle des fehlenden trifft man auf den Schnitten ein großes Gefäß an (Taf. 16 Fig. 11), das auch bei den Erwachsenen ungemein deutlich und gerade um desswillen interessant ist, weil zu seiner Bildung ein rechter und ein linker Ast zusammen-treten.

Zu erwähnen ist noch, dass weder in den Dorsales noch in der Analis das Knorpelskelett je in feste Verbindung mit der Wirbelsäule tritt, sondern dass der Hohlraum der Flosse von dem des Stammes durch eine quere bindegewebige Scheidewand abgeschlossen ist. Jedoch gilt dies, wie ausdrücklich bemerkt werden muss, nur für die von mir als archaistisch bezeichneten Scylliiden und manche andere Formen; einige Abweichungen von diesem Satze werde ich weiter unten noch eingehend zu besprechen haben. Wie sich die Zahl der Flossenknorpel zu derjenigen der Wirbel verhält, will ich gleichfalls noch nicht hier erörtern,

<sup>1</sup> BALFOUR (Comp. Embr. p. 503) sagt genau dasselbe: »I find that the rays of the unpaired fin are similarly segmented from a continuous lamina«, die aber noch keinen echten Knorpel, sondern »indifferent mesoblast« darstelle.

weil die sogenannten Halbwirbel dabei eine wichtige Rolle spielen (s. unten p. 262).

Was endlich die Haut angeht, so habe ich sie hier natürlich nur in so weit zu berücksichtigen, als sie von der übrigen Körperhaut abweicht. Wie bei dieser so ist auch hier das Epithel mehrschichtig und enthält viele große Schleimzellen. Bedeutsam, weil für die Flossen der Selachier typisch und sonst bei Fischen nur wenig vertreten, sind lediglich die sogenannten Hornfäden. Mit Bezug auf ihre chemische Natur verweise ich auf LA VALETTE<sup>1</sup> und auf die weiter unten abgedruckte Arbeit von KRUKENBERG. Über ihre Entstehung finde ich so gut wie nichts vor. Nur HERTWIG bildet in der Arbeit über das Hautskelett (l. p. 222 c.) auf Taf. 28 Fig. 2 einen Schrägschnitt durch einen Hornfaden von *Acanthias* ab und sagt darüber p. 369: »Es ließ sich an diesem Objecte leicht feststellen, dass die Hornfäden von einer zusammenhängenden Zellschicht umgeben werden, wodurch wohl das Wachsthum derselben vermittelt wird. Die Oberfläche der Hornfäden wird von einer Lage Bindegewebe überzogen.« Ich selbst sehe nur, dass die sie abscheidenden Zellen — je ein Faden wird von einer Anzahl sich dicht um ihn herum lagernder Zellen abgeschieden (Taf. 17 Fig. 5) — sehr ungleich an Form und Größe sind. Auch sind die Hornfäden selber äußerst verschieden lang und dick. Die Region der Haut, welcher sie ihrer Genese nach angehören, ist genau dieselbe wie die, aus welcher die Hautknöpfe hervorgehen; später freilich rücken sie in die Tiefe (Taf. 17 Fig. 9 u. 4). HUBRECHT (l. p. 243 c. p. 33) lässt sie concentrisch geschichtet sein, was ich nicht bestätigen kann. Sie kommen nach ihm nur bei den Haien (und Chimären) in allen Flossen vor, dagegen »bei Rochen nur in der Rückenflosse einiger Arten«. Auch diese Angabe ist unrichtig; schon KNER<sup>2</sup> weist darauf hin, dass sie bei *Raja* auch in den Brustflossen vorkommen, freilich »nur regellos hier und da am Saume der Flossen zwischen die Gliederstrahlen [Knorpel] eingeschoben«. Bei *Torpedo* und *Myliobatis* treten sie nach KNER allerdings lediglich in den Dorsales auf.

So weit über die Rückenflossen der Scylliiden. Im Wesentlichen ihnen gleich entstehen die von *Mustelus* und *Torpedo*. Indessen

<sup>1</sup> V. LA VALETTE ST. GEORGE, Über den Bau der »Fettflosse« (in: Arch. Mikr. Anat. 17. Bd. 1880, p. 187—193. T. 15) giebt eine gute Übersicht über die ältere Litteratur auf diesem Gebiete, bringt aber selbst nichts für unseren Zweck Brauchbares bei. Er untersuchte die Hornfäden an erwachsenen Rochen und Haien.

<sup>2</sup> RUDOLF KNER, Über den Flossenbau der Fische. in: Sitz.-Ber. Akad. Wien. 41. Bd. 1860, p. 507—524. Citat p. 517. Die Bemerkungen über das Skelett enthalten nichts Wesentliches.

zeigt nicht nur das Skelett bei letzterer Gattung starke Abweichungen, auf die ich in einer späteren Arbeit einzugehen gedenke, sondern auch die Muskeln knospen in anderer, man darf wohl sagen verkürzter Weise. Bei *Mustelus* habe ich auf jungen Stadien für die vordere Dorsalis 11 Knospen aufgefunden (Taf. 15 Fig. 12), auf älteren genau die doppelte Zahl (Fig. 11): während aber dort noch auf jedes Neurotom 2 kommen, sind sie hier bereits einander näher gerückt. Für die hintere Dorsalis, die auf dem Schwanze steht, entsprechen jedem Neurotom 4 Knospen. Letzteres ist auch bei der vorderen und hinteren Flosse von *Torpedo* der Fall, nur geht hier die Knospung rascher vor sich, wenigstens lassen sich Bilder, wie das auf Taf. 15 Fig. 15 wiedergegebene wohl kaum anders interpretiren.

An älteren Embryonen von *Squatina* habe ich vor der vorderen und zwischen ihr und der hinteren Dorsalis schräg nach hinten gerichtete Stützknorpel wahrgenommen, die beim erwachsenen Thiere persistiren (Taf. 18 Fig. 1) und hier auch von MIVART abgebildet worden sind. Wahrscheinlich hat man in ihnen Überreste einer echten Dorsalis vor sich.

#### Die Analis.

Sie unterscheidet sich von den Dorsales nur dadurch, dass sie Musculatur und Skelett viel später erhält als es bei diesen der Fall ist. Überhaupt scheint am ganzen Körper die Musculatur sich auf der Rückenseite früher als auf der Bauchseite und vorn früher als hinten auszubilden; so sind z. B. zwischen den beiden paaren Flossen die Myotome noch lange nicht bis zur Mittellinie des Bauches vorgerückt, wenn dies dorsal schon am Rumpfe, allerdings noch nicht am Schwanze, geschehen ist. Auch bildet sich der ventrale Theil der Schwanzflosse noch später aus als die Analis und eben so der dorsale Theil später als die Rückenflossen. Das zeitliche Verhältnis von Muskel zu Knorpel ist in der Analis dasselbe wie in den Dorsales.

Ich muss hier auf die von DOHRN entdeckten postanalen Muskelknospen eingehen. Wie weit nach hinten vom After er sie gefunden, sagt er freilich nicht und auch die Figur 10 der Tafel 8 seiner Abhandlung giebt darüber keinen Anschluss. Es heißt bei ihm (p. 172) nur: »Es ist mir nun zwar noch nicht gelungen, die directe Umwandlung dieser postanalen Muskelknospen in Muskelfasern zu verfolgen; auch kann ich nicht behaupten, dass sie sich überhaupt in Muskelfasern verwandeln; es ist sehr wohl möglich, dass sie abortiren, wie die Muskelknospen des Rumpfes zwischen Brust- und Beckenflosse. Es besteht aber trotz-

dem die größte Wahrscheinlichkeit, dass diese postanalen Muskelknospen resp. die auf der ganzen Länge des Schwanzes ihnen folgenden, homodynamen Partien der Myotome, seien es nun zuerst definitiv abgeschnürte Knospen, oder mit den Myotomen in Contact oder Continuität bleibende Muskelpartien, sich zu den Muskeln der unpaaren ventralen Flosse umwandeln, welche unpaare Flosse somit ursprünglich eben so wie Brust- und Beckenflosse paarig gewesen sein muss.« Hier liegt in den DOHRN- schen Beobachtungen eine Lücke vor, die ich zum Theil wenigstens ausfüllen kann. Von den postanalen Muskelknospen wandern nämlich die vordersten noch in die Bauchflosse hinein, während die hintersten abortiren. Es heißt aber auch hier viel Material zur Hand haben, denn diese regressiven Vorgänge verlaufen ungemein rasch. Darum habe ich auch nur bei *Pristiurus* (Taf. 15 Fig. 17) die entscheidenden Stadien mit aller Sicherheit beobachtet. Auch erscheinen individuelle Schwankungen nicht ausgeschlossen. Wie im Bereiche der Segmente zwischen Brust- und Bauchflosse — man vergleiche hierfür das jüngere Stadium von *Mustelus* Taf. 15 Fig. 16, den ich absichtlich statt eines *Pristiurus* abbilde — so gibt auch hier jedes Myotom 2 Knospen ab. Diese jedoch wandern, wie gesagt, entweder in die Bauchflosse oder abortiren: in die Analis gelangen sie nicht. Ja, es kommen auch in dem vor ihr gelegenen Hautsaume keine vor, mithin mangelt für die Selachier die Continuität zwischen paaren und unpaaren ventralen Flossen in diesem Sinne völlig. Gleichwohl stehe ich nicht an, DOHRN auch hier Recht zu geben, denn die Musculatur der Analis geht aus den embryonal gebliebenen Theilen der im Übrigen längst umgewandelten Myotome hervor.

So leicht es aber ist, die Abschnürung der Musculatur für die Dorsales zu verfolgen, weil die betreffenden Stadien um Vieles jünger sind, so schwer wird es uns hier, weil inzwischen die Gewebe im Schwanze sowohl als auch in der Analis selber complicirter geworden sind und die sichere Unterscheidung kleiner Muskelknospen von den Anlagen der Nerven und Gefäße und vom Bindegewebe bedenklich machen. Es sind darum sehr dünne Querschnitte nöthig. Außerdem scheint der ganze Process ebenfalls sehr rasch zu verlaufen. Embryonale oder wenigstens noch kaum erst in der Umwandlung zu fertigen Muskeln begriffene Knospen finden sich an der Basis der Flosse sehr oft vor; der kritische Moment hingegen, wo sie noch mit den Myotomen in Contact sind, ist offenbar rasch vorüber. Bei Embryonen von *S. canicula* sind Stadien in Länge von etwa 25mm die entscheidenden, bei *S. stellare* von nahezu 30mm. So weit ich sehen kann, gehen die Flossen-

muskeln aus den hinteren Enden der Urwirbel hervor, die noch embryonales Gewebe haben, doch steht mir dies nicht außer allem Zweifel.

Von den Nerven wäre Folgendes zu sagen. Statt der 2 Collectoren, wie sie bei den Dorsales vorkommen, scheint nur einer, und zwar der in der Flosse selbst, vorhanden zu sein. Im Übrigen verzweigen sich die Nerven in durchaus nicht regelmäßiger Weise: die Verbindungen zwischen zwei auf einander folgenden Nerven sind viel stärker ausgeprägt, als bei den Dorsales. Das Skelett weist, abgesehen von seiner meist viel größeren Anzahl Knorpel, keine Besonderheiten auf.

#### Die Caudalis.

Sie zeigt bei sämtlichen Selachiern, deren Embryonen ich auf jungen Stadien untersuchen konnte (*Scylliiden*, *Mustelus*, *Torpedo*) ein durchaus gleichmäßiges Verhalten. Wich schon die Analsis von dem Typus der Flosse, wie ich ihn in den Dorsalis dargestellt habe, ein wenig ab, allerdings nur mit Bezug auf die Zeit der Entstehung, so liegen für die Caudalis sogar nicht zu unterschätzende anatomische Differenzen vor. So weit sie das Skelett betreffen, sind sie bereits von den früheren Autoren besprochen worden. In der That ist es auffällig genug, dass die drei bisher behandelten Flossen im Allgemeinen zu dem Achsenskelette nicht in nähere Beziehungen treten, während dies bei der Caudalis ausnahmslos der Fall ist. Ziemlich kurz verbreitet sich darüber MIVART<sup>1</sup>, der allerdings nur erwachsene Thiere untersuchte. Er constatirt, dass bei *Mustelus* die vordersten Strahlen des Ventraltheiles noch eine Gliederung zeigen (p. 441) und dass im Allgemeinen nur die ventralen Strahlen an Zahl mit den Schwanzwirbeln übereinstimmen, während die dorsalen dies nie thun (p. 471). Ferner hat er nie Verschmelzungen und Gabelungen der Knorpel gefunden (p. 442). HASWELL<sup>2</sup> dagegen giebt für die dorsale Schwanzflosse von *Carcharodon Rondeletii* an: »in many cases a pair of rays may coalesce with one another; otherwise they correspond in number with the vertebrae« (p. 88). Letztere Angabe möchte ich bezweifeln, denn bei den-

<sup>1</sup> ST. GEORGE MIVART, Notes on the Fins of Elasmobranchs, with Considerations on the Nature and Homologues of Vertebrate Limbs. in: Trans. Zool. Soc. London Vol. 10. Part 10. 1879. p. 439—484. T. 74—79.

<sup>2</sup> WILL. A. HASWELL, Studies on the Elasmobranch Skeleton. in: Proc. Linn. Soc. N. S. Wales Vol. 9. 1884. p. 71—119. T. 1 und 2. Dagegen heißt es p. 74: die dorsalen Knorpel »are not continuous with the neural arches, and do not agree in number with the latter«.

jenigen Formen, welche ich auf diesen Punkt hin untersucht habe, hat, genau wie MIVART sagt, der ventrale Theil der Flosse auf jeden Wirbel einen Knorpelstrahl, der dorsale hingegen meist zwei. Jedoch habe ich im Gegensatze zu MIVART allerlei Verwachsungen und Inter-calcationen auch hier beobachtet, nur würde es nicht lohnen, sie anzuführen, da sie durchaus keine Regel erkennen lassen. Ich möchte hier wohl an das bekannte von ROUX aufgebrachte Wort vom Kampfe der Theile im Organismus erinnern: die Knorpel legen sich vielleicht alle gleichmäßig an; wird aber beim Wachsthum der eine besser ernährt oder sonst irgend wie mehr begünstigt als sein Nachbar, so gewinnt er das Übergewicht und raubt ihm einen Theil seines Platzes.

Ferner wäre vom Knorpel noch zu bemerken, dass er wie bei allen anderen Flossen erst secundär mit der Wirbelsäule in Verbindung tritt. Es erscheint mir wichtig dies hervorzuheben, weil neuerdings BALFOUR und PARKER<sup>1</sup> in ihrer Arbeit über die Entwicklung von *Lepidosteus* dem ventralen Theile der Schwanzflosse der Fische ein eigenes Capitel widmen und hierin anderer Meinung sind. Sie sagen (p. 411): »The ventral lobe of the tail-fin of Pisces differs from the other unpaired fins in the fact that its fin-rays are directly supported by spinous processes of certain of the haemal arches instead of independently developed interspinous bones« und bringen so die Caudalis ventralis in einen scharfen Gegensatz zu allen übrigen unpaaren Flossen. Jedoch wenigstens für die Selachier mit Unrecht. Auch HASWELL legt Gewicht darauf, dass die dorsalen Knorpel nicht mit den »Neuralbogen verschmelzen«, während die ventralen nichts als die Verlängerungen der Haemapophysen (»haemal spines«) seien. Jedoch ist dieser Unterschied kein wesentlicher, denn nicht nur zeigen meine Abbildungen, dass dorsal und ventral die Flossenträger getrennt von dem Achsenskelette entstehen, sondern auch MIVART etc. geben ja ausdrücklich an, dass die vordersten ventralen Strahlen abgegliedert seien und ich kann dies nur bestätigen. Außerdem finde ich auch bei erwachsenen *Heptanchus* die letzten 20—30 dorsalen Strahlen deutlich in der Weise gegliedert, dass jedem Strahle ein kappenförmiges Knorpelstück aufsitzt, das bei

---

<sup>1</sup> F. M. BALFOUR and W. N. PARKER, On the Structure and Development of *Lepidosteus*. in: Phil. Trans. London Vol. 173. 1852. p. 359—442 T. 21—29. Auf Taf. 28 Fig. 67 ist ein Schnitt durch den »tail of an advanced larva« von *L.* abgebildet, den man versucht wäre für durch die Caudalis geführt anzusehen, wenn nicht ausdrücklich p. 389 gesagt wäre, er treffe die Dorsalis und Analis. Er entspricht völlig meiner Abbildung auf Taf. 16 Fig. 5. Das Verhältnis der Hornfäden zur Musculatur und dem Knorpel ist hier genau so wie bei den Selachiern.

den hintersten Strahlen sogar denselben an Länge gleich kommt. Die ventrale Caudalis zeigt diese Erscheinung nicht, wohl aber thut sie es bei *Squatina* (Taf. 18 Fig. 1) und *Torpedo (ocellata und marmorata)*, wo sogar einige Knorpel drei bis vier Glieder besitzen. — Je weiter man übrigens nach der Schwanzspitze zu geht, desto schräger stehen dorsal und ventral die vorn ziemlich quer gerichteten Knorpel mit ihren freien Enden nach hinten, so dass die letzten nur noch einen geringen Winkel mit der Wirbelsäule bilden.

Über die Eigenthümlichkeit der Musculatur habe ich in der mir zugänglichen Litteratur nichts gefunden. Ich muss aber gleich bemerken, dass ich eine Anzahl der älteren, rein descriptiven Autoren, wie MOLIN, BAKKER etc. nicht habe einsehen können. Ihre Kenntniss verdanke ich der HUBRECHT'schen Bearbeitung des BRONN<sup>1</sup>, die aber in alle den Jahren ihres Bestehens leider kaum über die Anfänge hinausgekommen ist und auch in der neuesten von M. SAGEMEHL fertig gestellten Lieferung mein Thema noch nicht berührt. Ich bedauere dies um so mehr als sie auf den vorhandenen spärlichen Tafeln einzelne recht gute Abbildungen, z. B. vom Skelette erwachsener Haie, giebt.

Die Caudalis also unterscheidet sich in Betreff ihrer Musculatur dadurch von den übrigen Flossen, dass im dorsalen Theil überhaupt die entsprechenden Muskeln gänzlich fehlen und im ventralen Theile nicht an die Hornfäden, sondern an den Knorpel gehen. So bei den Embryonen im ganzen Bereiche der Flosse und bei den Erwachsenen wenigstens im größten Theile derselben (s. unten p. 245). Abortivknospen kommen in dieser Region des Schwanzes nicht vor, obwohl die Enden der Myotome noch lange auf dem Embryonalstadium verharren. Dorsal treten sie einfach allmählich ganz nahe an die Mittellinie heran und wandeln sich in Muskeln um, ohne sich im geringsten um den Stützknorpel der Flosse zu kümmern (Taf. 16 Fig. 1); ventral liegen sie auch noch längere Zeit weit von der Mediane entfernt, nehmen aber schon die Richtung auf den Knorpel zu und heften sich schließlich in mehreren Bündeln direct an seine Spitze oder ganz nahe derselben an. Sonach darf man sagen, dass in der Caudalis die Musculatur später entsteht als das Skelett. Die ventralen Hornfäden sind übrigens an ihrer Basis durch ein queres Band aus Bindegewebe rechts und links an der oft verbreiterten Spitze des Knorpels befestigt und werden so indirect in Bewegung versetzt (Taf. 16 Fig. 2).

<sup>1</sup> A. A. W. HUBRECHT, Dr. H. G. BRONN's Klassen und Ordnungen des Thier-Reichs, wissenschaftlich dargestellt in Wort und Bild. 6. Bd. 1. Abth. Fische. 1.—3. Liefg. 1876—1878. 4. Liefg. 1885. p. 72 ff.

Über die Nerven im Bereiche der Caudalis s. weiter unten p. 268.

So viel über die ontogenetische Entwicklung der unpaaren Flossen. Ehe ich auf die phylogenetische eingehe, muss ich noch kurz

### Bau und Function der ausgebildeten Flossen

bei den freischwimmenden jungen und ausgewachsenen Thieren besprechen, allerdings ohne jegliches Eingehen auf ihre Eigenthümlichkeiten innerhalb der einzelnen Gruppen der Selachier, also auf Bildung von Stacheln etc., was in einem besonderen Capitel behandelt werden soll.

Wie schon erwähnt, unterscheiden sich Dorsales und Analis von der Caudalis dadurch, dass in der Regel die knorpeligen Stützen der Erstgenannten mit der Wirbelsäule nicht in fester Verbindung stehen, sondern mehr oder weniger von ihr entfernt und außerdem durchgängig gegliedert sind, was bei der Caudalis nur in sehr geringem Grade der Fall ist. Die Gliederung ist der Art, dass jeder Knorpelstrahl in ein ziemlich langes Basale, ein noch längeres Mittelstück und 1—3 Apicalia zerfällt. Wie aber die Anzahl der Strahlen individuell variirt, so auch die Anzahl der Stücke — Einzelheiten s. unten p. 271 ff. — was deutlich zeigt, dass dem Skelette keine solche Wichtigkeit zukommt, wie man es bei den höheren Wirbelthieren (ob immer mit Recht?) anzunehmen gewohnt ist. Gänzlicher Ausfall einzelner Knorpelstücke einerseits, Verschmelzung mehrerer Knorpel, so wie intercalare Bildungen nach Art der Sesambeine andererseits sind ungemein häufig. MIVART und namentlich THACHER haben derartige Fälle eingehend behandelt; ich selbst verweise auf einige zu diesem Behufe von mir angefertigte Zeichnungen (Taf. 17 Fig. 13 u. 14, 16—18).

Wie im Knorpel so sind auch in der Musculatur die vorderen Flossen im Gegensatze zu der Schwanzflosse übereinstimmend gebaut. Außer den Muskeln, welche als lange Bündel direct von dem bindegewebigen Septum an der Basis der Flosse zu den Hornfäden gehen, sind nach innen von ihnen noch dünnere, kleine Muskeln vorhanden, welche die einzelnen Stücke jedes Strahles an einander bewegen. Ihre Entstehung habe ich nicht näher verfolgt. Zu bemerken ist übrigens, dass auch die Muskeln in so fern genug Varianten darbieten, als die Theilung der einzelnen Knospen in Bündel nicht immer gleich weit durchgeführt ist. Dadurch erklärt es sich, dass auf Horizontalschnitten die Muskeln des einen Antimeres der Flosse meist nicht genau denen des anderen Antimeres und beide nicht genau den Knorpeln entsprechen. Der freie

Saum am Hinterrande jeder von den drei Flossen erhält einige Muskeln, denen, wie schon p. 237 erwähnt, kein Knorpel entspricht; hieraus resultirt eine größere Beweglichkeit dieses rein häutigen Theiles.

An der Schwanzflosse sind zwei Punkte von besonderem Interesse. Einmal das Verhältnis der Schwanz- zur Flossenmusculatur. Letztere ist, wie schon gemeldet, nur ventral entwickelt und zwar geht sie an die Knorpel (s. oben p. 243), bewegt also die Hornfäden resp. die Haut nur indirect. Merkwürdigerweise nun verlaufen die Knorpel, wie ebenfalls schon angegeben, schräg nach hinten, die Muskelbündel hingegen schräg nach vorn, würden also, wenn das ganze Skelett weniger fest in einander gefügt wäre, die einzelnen Knorpel parallel zur Längsachse des Thieres zu richten streben. Hier liegt also ein Verhältnis in seinen Anfängen vor, wie es in hoher Vollendung bei vielen Knochenfischen anzutreffen ist, deren Flossenstrahlen sich nach Belieben des Thieres niederlegen und aufrichten lassen.

Außer dieser eigenen Musculatur der Schwanzflosse spielen aber die Seitenmuskeln des Schwanzes eine große Rolle. Sie strahlen nämlich, je weiter man nach hinten zu kommt, um so mehr seitlich über den Bereich des Achsenskelettes hinaus auf die ventralen und dorsalen Flossenknorpel über und setzen sich schließlich mit ihren Sehnen theils an die Haut, theils an die dort vorhandenen Hornfäden an (Taf. 16 Fig. 3). So kommt es, dass auch ohne selbständige Musculatur der dorsale Theil der Caudalis bewegt werden kann, natürlich nur im Einklang mit den Bewegungen des Schwanzes überhaupt. Eigentlich ist also dieser dorsale Theil in seiner jetzigen Gestalt keine Flosse, sondern nur eine Erhöhung des Schwanzendes, und von dem ventralem Theile gilt fast dasselbe; nur die Hornstrahlen und die Knorpel deuten noch den früheren Zustand dieser Partien als selbständige Flossen an.

Auffällig ist am Ventraltheile der Caudalis ein mehr oder minder tiefer Einschnitt, der gewöhnlich dem Hinterrande näher liegt und nach vorn zu gerichtet ist. Er kommt bei den meisten Haien vor. So weit ich freibewegliche Exemplare zu zergliedern Gelegenheit hatte, entspricht ihm auch eine Einbuchtung in der Linie, welche die freien Enden der Flossenknorpel bilden. Über seine Bedeutung weiß ich nichts mitzuthellen und kann nur sagen, dass die selbständige Musculatur noch über ihn hinaus nach hinten ragt. Vielleicht ist er ein Zeichen dafür, dass der vordere Theil der so getheilten ventralen Caudalis eigentlich eine zweite Analis darstellt und einmal als solche fungirt hat. — Der oft (*Zygaena* etc.) enorme Verbreiterung des Anfanges der ventralen Caudalis entspricht keineswegs eine ähnliche

des Knorpelskelettes, vielmehr besteht sie nur aus Haut und Bindegewebe: die Hornfäden bilden in ihr eine sehr dicke Schicht und dienen zu ihrer Stütze.

Was ich oben für die Dorsales beibrachte, konnte sich natürlich nur auf die Fälle beziehen, wo ihre Function noch die ursprüngliche, nämlich die eines Bewegungsorganes — Bewegung im weitesten Sinne des Wortes genommen — ist und nicht theilweise die einer Waffe geworden ist. Und mit Bezug auf den allgemeinen Bau ist es gleichgültig, wo die erste von den beiden Dorsales ihren Platz hat, ob vorn auf dem Rumpfe oder auf dem Ende desselben oder auf dem Schwanze. Dies ändert sich, sobald wir die Function zu erörtern beginnen.

Der neueste Autor über die Locomotion der Fische, STRASSER<sup>1</sup>, hat die unpaaren Flossen nur wenig in den Kreis seiner Betrachtungen gezogen und verlangt geradezu eine eingehende Untersuchung über ihre Wirkungsweise (p. 120). Dies zeigt wohl deutlich, dass man auch in der älteren Litteratur wohl vergebens nach brauchbaren Angaben suchen würde. Das Einzige, was er sonst noch hierüber sagt, ist: die Schwanzflosse könne sich mit Vortheil möglichst nach der Breite und nur mit Schaden in der Längsrichtung vergrößern (p. 105). Als Beispiel wählt er *Thynnus*, und ich möchte von den Haien *Oxyrhina* und *Carcharodon* anführen. Indessen ist doch bei den meisten großen Haien, die gewiss ausgezeichnete Schwimmer sind, die Verbreiterung nicht, wie es STRASSER aus theoretischen Gründen fordert. »auf einen verhältnismäßig kurzen hintersten Abschnitt localisirt«, vielmehr hat sie ihren Sitz gerade am Anfang der Caudalis, wofür *Carcharias*, *Ginglymostoma*, *Odontaspis*, *Zygaena* etc., besonders aber *Alopias* treffliche Belege abgeben. Sie hat bei der gleichzeitigen starken Aufwärtskrümmung der Wirbelsäule die Bildung einer Art von Gabelschwanz zur Folge, dessen dorsaler Theil allerdings meist viel länger ist als der ventrale und auch die Bewegung allein besorgt, während der ventrale — lediglich Haut, wie oben erwähnt — dabei passiv bleibt. Ob aber die Heterocercie, welche bei Embryonen noch gar nicht vorliegt und ja auch bei vielen Haien wenig merkbar ist, das Primäre und die Verbreiterung der Caudalis ventralis das Secundäre ist, lasse ich dahin gestellt sein.

Offenbar betrachtet nun STRASSER die Caudalis lediglich als propulsatorisches Organ, und dies mit Recht. Gelangt er doch am Ende

<sup>1</sup> H. STRASSER, Zur Lehre von der Ortsbewegung der Fische durch Biegungen des Leibes und der unpaaren Flossen. Stuttgart 1882. 124 pgg. 26 Figg.

seiner wie ich glaube sehr gründlichen, weil auf viel Mathematik basirten Studien zu dem Satze, dass die Fische im Wesentlichen durch Krümmung des Rumpfes und Schwanzes sich fortbewegen, nicht aber durch ihre paaren Flossen. Freilich geht er in seiner Ansicht ein wenig zu weit, wenn er das Princip der Locomotion durch Schlängelung auch auf Colonien von *Amphioxus* ausdehnt. Hierzu giebt ihm willkommenen Anlass eine Notiz in BREHM's Thierleben S. Bd. p. 408, der zufolge nach WILDE *Amphioxus* Ketten bilde und in dieser Form schwimme. Der bekannte Zeichner G. MÜTZEL hat denn auch eine solche *Amphioxus*-Gesellschaft abgebildet, wie sie vergnügt durch das Wasser zieht. Leider ist die Geschichte nicht wahr, sondern bezieht sich, was schon GÜNTHER (l. p. 227 c. p. 513) vor längeren Jahren constatirt hat, auf Salpen. In der That ist auch in keinem neueren Lehrbuche der Zoologie derartiges über *Amphioxus* gesagt, und auch ich würde die BREHM'sche Darstellung nicht kritisirt haben, wenn sie nicht durch STRASSER in die moderne Wissenschaft gewissermaßen Eingang gefunden hätte.

Abgesehen hiervon stimme ich jedoch STRASSER vollkommen bei. Ein Blick auf das erste beste *Scyllium* im Aquarium der Zool. Station genügt, um zu erkennen, dass in der That der Schwanztheil des Körpers das Movens ist und der Rumpftheil vergleichsweise starr bleibt. Wir werden also auch die Caudalis in ihrer festen Verbindung mit dem Achsenskelette einfach als integrirenden Theil des Schwanzes auffassen dürfen, d. h. als eine Vergrößerung der bei der Bewegung das Wasser zurückdrängenden Oberfläche des Fischkörpers. Vielleicht hat die obnehin schwache eigene Musculatur der ventralen Caudalis nur die Bestimmung, wenn beim Ruhen auf dem Grunde die Flosse seitlich umgeschlagen ist, sie wieder gerade zu stellen; dafür ist auch der Insertionspunkt der Muskeln am Ende der Knorpelstrahlen sehr günstig. Auch die Analis und die beiden Dorsales der Scylliiden möchte ich in erster Linie, wenn nicht ausschließlich, als Vergrößerungen der propulsatorischen Oberfläche betrachtet wissen. Wie ihre Muskeln wirken können, ist aus ihrer Anordnung leicht zu verstehen. Die dicht hinter einander aufgereihten Knorpel gestatten in Verbindung mit der festen Haut kein Niederlegen dieser Flossen, wie den Knochenfischen möglich ist: wohl aber können die Muskeln sie ein wenig seitlich bewegen oder, wenn sie alle zugleich in Thätigkeit treten, auch in ihrer Lage parallel der Körperachse erhalten. Sie werden daher auch wohl nicht viel mehr thun, als dafür sorgen, dass die bei der Krümmung des Schwanzes sich dem Wasser entgegenstellende, es verdrängende Fläche nicht als eine

weiche Masse sich umlege, sondern Widerstand biete. Danach würden also bei einer Krümmung des Schwanzes nach links hin in dem Momente, wo eine der dorsalen Flossen hiervon mit betroffen wird, ihre linken Muskeln sich contrahiren, um das Ausweichen der Flosse nach rechts zu verhindern. Leider habe ich bei den ziemlich raschen Schlingelungen eines *Scyllium* nicht unterscheiden können, wie viel von den Bewegungen der Flossen auf Rechnung ihrer selbst kommt und wie viel der Rückstoß des Wassers mitwirkt. Versuche mit Amputation der Flossen ergeben dagegen das bemerkenswerthe Resultat, dass der Verlust der beiden Dorsales den Fisch nicht sonderlich alterirt. Ist die erste Aufregung vorüber, so schwimmt er genau so rasch wie zuvor, ob auch genau so mühelos, lässt sich freilich nicht feststellen. Die fernere Wegnahme der Analis hat ebenfalls keine besonderen Folgen, höchstens wäre zu erwähnen, dass gleich nachher das Thier sich möglichst senkrecht zu stellen und mit dem Vorderleibe aus dem Wasser hervorzutauchen anfängt. Selbst die Amputation der Bauchflossen, so dass von allen freien Anhängen nur noch die Brustflossen übrig bleiben, beeinträchtigt die Schwimmfähigkeit nicht wesentlich, und auch die letzteren sind, wie man nach der Amputation sieht, nur für die vertikale oder schräge Erhebung wesentlich, obgleich nicht absolut nothwendig, leisten aber nur wenig, sobald es sich lediglich um die Fortbewegung in der Horizontalen handelt.

Nicht unerwähnt möchte ich den Umstand lassen, dass bei den Scylliiden die unpaaren Flossen in einer deutlichen Schlangenlinie angeordnet sind, und zwar so, dass jedes Mal, wenn auf dem Rücken eine aufhört, auf dem Bauche eine beginnt. Bei einer genaueren Analyse der Bewegungen dürfte auch dieses Verhalten wohl in Betracht zu ziehen sein.

In mancher Beziehung anders gestaltet sich die Sache bei den Haien, welche die vordere Dorsalis auf dem Rumpfe mehr vorn, mitunter recht nahe dem Kopfe, tragen, während die hintere, meist viel kleinere Dorsalis und die ebenfalls kleine Analis weit hinten angebracht sind. Im Gegensatze zu den Scylliiden, welche den Aufenthalt auf dem Grunde lieben und in vergleichsweise seichten Gewässern leben, sind es wohl alle ausdauernde, zum Theile sogar ausgezeichnete Schwimmer, und als solche auf das hohe Meer angewiesen. Hierzu stimmt denn auch vortrefflich die sie gleichfalls sämmtlich charakterisirende Eigenthümlichkeit, dass sie ihre Jungen lebendig zur Welt bringen. Letztere Regel<sup>1</sup> erleidet, so weit uns diese Verhältnisse überhaupt be-

<sup>1</sup> Lebendige Junge gebären von den Haien nur die Scylliiden und die Scyllio-

kannt sind — JOHANNES MÜLLER (l. p. 225 c. p. 47 ff.) giebt eine gute Zusammenstellung derselben — keine einzige Ausnahme, erstere allerdings wohl. Denn die Notidaniden, obwohl sicherlich gute Schwimmer, entbehren der Rumpfdorsalis, und *Echinorhinus* hat sogar seine beiden unbedeutenden Dorsales ziemlich dicht bei einander in der Gegend des Rumpfes stehen. Leider kenne ich den letztgenannten Hai gar nicht aus eigener Anschauung und habe von den Notidaniden keine Embryonen zur Untersuchung gehabt, um entscheiden zu können, ob sie eine Rumpfdorsalis besessen haben. Indessen gegenüber der ungemeinen Anzahl von Arten, welche den obigen Satz bestätigen, kommen die wenigen Ausnahmen kaum in Betracht.

Bei *Mustelus* nun, den ich hier zum Typus nehme, weil seine Dorsales weder Stacheln tragen noch auch sonst wie im Bau sich erheblich von denen der Scylliiden unterscheiden, hat die 1. Dorsalis offenbar eine andere Bedeutung als die weiter nach hinten befindliche. Sie steht auf dem relativ unbeweglichen Theile des Körpers; vergleichen wir diesen mit einem Schiffe, so hätten wir das Steuer mitschiffs, den Propeller in Gestalt eines abwechselnd rechts und links hin und her schlagenden breiten Ruders ganz hinten angebracht. Denn in der That kann hier die Musculatur der Flosse, wenn sie überhaupt eine irgend wie beträchtliche Function ausüben soll, nur die haben, die Flosse mehr oder minder schräg zur Richtung der Fortbewegung zu stellen. Und hierzu ist sie namentlich desswegen gut geeignet, weil das frei abstehende Hinterende der Flosse spitz ausgezogen und knorpellos ist, mithin erheblich schräg gestellt werden kann. Dies geschieht denn auch, wie man an lebenden Thieren leicht sehen kann, oft genug. Gleichwohl ist es mir nicht gelungen, volle Sicherheit über die Wirkung der Flosse während des Schwimmens zu erlangen, weil die Bewegungen des Fisches im Ganzen zu unruhig sind und namentlich ein Dahinfahren ohne Schlagen mit dem Schwanz, während dessen man eine Änderung der Richtung durch das bloße Spiel der Rumpfdorsalis bequem würde erkennen können, nicht stattfindet. Dies ist eine sehr bedauerliche Lücke in den Beobachtungen über die Function der Flossen.

Es leuchtet übrigens ein, dass die 1. Dorsalis, auch wenn sie nur als Kiel zur Zuschärfung des Körpers wirken sollte, bei Weitem am vor-

---

lamniden. Wenn man letztere nach dem Vorgange von HASSE als selbständige Familie auffasst, so muss man das Genus *Cheiloscyllium*, da es gleich ihnen die Nasen- und Mundhöhle nicht getrennt hat, ihnen und nicht den Scylliiden anschließen, was CLAUS (Grundzüge der Zoologie 4. Aufl. 1852. II. p. 199) offenbar ebenfalls in Anlehnung an HASSE thut.

theilhaftesten auf dem relativ unbeweglichen Körpertheile, dem Rumpfe, stehen wird. Gegen sie treten bei den guten Schwimmern die hintere Dorsalis und die Analis stark zurück. Ferner ist bemerkenswerth, aber auch leicht begreiflich, dass im Gegensatze zu den Scylliiden, welche einen kurzen Rumpf und langen Schwanz haben, die übrigen Haie einen vergleichsweise langen Rumpf und kurzen, sich rasch verjüngenden Schwanz besitzen; und wo dies nicht der Fall ist, da ist jedenfalls das Stück vom Ende des Rumpfes bis zum Beginn der Schwanzflosse, d. h. bis da, wo die Sehnen der Seitenmuskeln beginnen, kurz und nur diese selbst stark verlängert. Das Resultat davon ist, dass die Scylliiden sehr lange und wenig intensive Schlängelungen ausführen, mithin zu raschen Wendungen nicht so befähigt sind wie die übrigen Haie, welche sich in dieser Beziehung den guten Schwimmern unter den Knochenfischen nähern. Auffällig ist die Verkürzung des Schwanzes bei *Centrina*, die auch durch ihren auf dem Querschnitt dreieckigen Körper interessant ist; leider habe ich immer nur trüchtige Weibchen schwimmen sehen, weiß also nicht, ob sie sich überhaupt rasch von der Stelle bewegen können.

Auffällig ist der Schwund der Analis bei einer ganzen Anzahl von Formen, wie *Echinorhinus*, *Centrina*, *Acanthias*, *Scymnus* etc. Dass sie in Wegfall gekommen ist bei denen, welche sich mit Vorliebe auf den Sand legen oder hineinwühlen und dazu ihren Körper enorm verbreitert haben, ist erklärlich; dagegen weiß ich betreffs der eben genannten echten Haie keinen Rath. Das Verhalten der Analis leitet übrigens zu einer dritten Kategorie von Selachiern, nämlich den Rochen, über. *Pristis* als guter Schwimmer besitzt eine Rumpfdorsalis, während der nahe verwandte *Rhinobatus*, gleich der *Squatina* in diesem Sinne eine Übergangsform, die beiden Dorsales weit nach hinten gerückt hat. Dieser Process schreitet, je weiter wir in der Gruppe der Rochen vorrücken, fort und endet mit einer Verlegung der Dorsales auf das Ende des Schwanzes unter gleichzeitiger Reduction an Größe bis fast zum Schwunde. Auch die Schwanzflosse wird davon betroffen. Da ich aber an dieser Stelle nur die Function, nicht die Nichtfunction der Flossen im Auge habe, so kann ich die Betrachtung dieser Verhältnisse unterlassen. Sie würden hier nur dann von Interesse sein, wenn sie zur Beantwortung der Frage nach der phylogenetischen Herkunft der Flossen Einiges beitragen könnten; da wir es aber bei den Rochen in diesem Punkte allem Anscheine nach nur mit nachträglichen Erwerbungen zu thun haben, so fallen sie nicht ins Gewicht.

Es handelt sich jetzt um die

### Phylogeneſe der unpaaren Flossen der Selachier,

indirect um den Ursprung der Flossen überhaupt, so weit die Befunde an Selachiern darüber Aufschluss zu geben vermögen. Die in der älteren Litteratur vorhandene Controverse hat MIVART (l. p. 241 c. p. 458 ff.) sehr gut aus einander gesetzt. Das Punctum saliens war dabei immer das Skelett, und es konnte sich hier naturgemäß nur um die vier Möglichkeiten handeln: paare und unpaare Flossen sind umgewandelte Theile des Achsenskelettes; sie sind es beide nicht; die paaren sind es und die unpaaren nicht; die unpaaren sind es und die paaren nicht. Im Gegensatz zu »axialen« oder »entoskeletalen« Bildungen können es nur »dermale« oder »ectoskeletale« sein: während also z. B. GEGENBAUR die Knorpel der Dorsales als losgelöste und selbständiger gewordene Dornfortsätze anspricht<sup>1</sup>, sind OWEN, HUXLEY u. A. m., auch MIVART selbst und THACHER der anderen Meinung. Wir haben aber schon oben gesehen, dass das Skelett ungemein variabel ist, somit eigentlich weittragende Schlüsse nicht gestattet. Es ist daher auch als großes Verdienst DOHRN's zu bezeichnen, dass er die Musculatur der Flosse in den Vordergrund gestellt und von ihr die Entscheidung der Frage abhängig gemacht hat, das Skelett hingegen als etwas Secundäres behandelt. Die paare Musculatur drängt mit Nothwendigkeit dazu, auch die unpaaren Flossen als ursprünglich paar zu bezeichnen; es gilt also sich mit den in ihnen vorhandenen unpaaren Elementen — dem Knorpel und der Haut — abzufinden und nachzuweisen, dass entweder auch sie von Hause aus paar gewesen oder aber ein erst nachträglich in die Flosse hineingerathenes Element sind. Dies hat nun DOHRN in folgender Weise gethan. Aus seinen embryologischen Untersuchungen gelangt er zu dem Resultate, »dass zwei dorsale und zwei ventrale seitliche Falten vorhanden waren, dass aber diese Falten ursprünglich aus metamerisch getrennten Fortsätzen der Segmente bestanden« (p. 179). Und weiter: »Die Falten hatten offenbar ihre Bedeutung in der Erleichterung der Locomotion und der Gleichgewichtsstellung der Thiere. Wenn aber die Locomotion doch im Wesentlichen durch die Muskeln des Körpers selbst besorgt ward, so war eine vierfache Faltenbildung vom Übel. die Balance des Körpers wurde durch zwei horizontale, oder durch zwei vertikale Falten vollkommen gesichert; jede weitere Oberflächenver-

<sup>1</sup> C. GEGENBAUR, Grundriss der vergleichenden Anatomie. Leipzig 1874. p. 458. Über die Analsis lässt er sich hier nicht aus. Vgl. auch oben p. 236 die Ansicht DAVIDOFF's. Ähnlich HUBRECHT im BRONN p. 21.

größerung durch Faltenbildung hätte nur die Geschwindigkeit der Bewegung hemmen können. Offenbar ist dies auch der Grund, warum wir die Verschmelzung der dorsalen Gebilde zur dorsalen unpaaren Falte, und die der ventralen hinter dem After zur unpaaren Bauchflosse gewahren.« DOHRN behandelt also die unpaare Hautfalte, welche in der Ontogenese der Vorläufer der unpaaren Flossen ist, als etwas Nebensächliches und geräth dadurch in den denkbar schärfsten Gegensatz zur herrschenden Richtung, welche die unpaaren Flossen von einer continuirlichen Hautfalte ableiten will. Es lohnt sich daher gewiss der Mühe, ja es ist mit Rücksicht auf die Ontogenese der Scylliden unabweislich zu untersuchen, wie sich die Flosse zu der Hautfalte verhält. Ganz vor Kurzem noch hat auch CUNNINGHAM<sup>1</sup> dies versucht, freilich mit nicht viel Glück. Er beobachtet an einem pelagischen jungen Fischlein, das mit einem Dottersacke versehen umherschwimmt, vor dem After eine Hautfalte, nimmt dieselbe sofort als Anlage einer unpaaren Flosse in Anspruch und erklärt sich daher gegen DOHRN's Ableitung der unpaaren postanalen Flosse von paaren Gebilden. Hierbei hat er nur zweierlei übersehen. Erstlich, dass derartige Fälle schon zu Dutzenden bekannt sind. So verweist z. B. STANNIUS in seinem Handbuche der Anatomie der Wirbelthiere (2. Aufl. 1854. 1. Buch p. 96 Anm. 1), also einem allgemein verbreiteten Lehrbuche, auf eine hierher gehörige Beobachtung von BAER's und behandelt die Sache überhaupt als ganz geläufig. Ferner giebt A. AGASSIZ in seiner Entwicklung der Knochenfische<sup>2</sup> eine große Anzahl Abbildungen. Auch BALFOUR und PARKER<sup>3</sup> zeichnen in einem den Engländern doch wohl leicht zugänglichen Werke über die Entwicklung von *Lepidosteus* eine solche praeanale Hautfalte und das Gleiche thut PARKER allein mit Bezug auf *Acipenser*<sup>4</sup>. Und wenn BALFOUR, welcher Schnitte durch diese Körpergegend abbildet, die Falte in keiner Weise phylogenetisch verwerthet hat, so ist dies wohl schon ein Beweis dafür, dass nicht viel mit ihr anzufangen ist. CUNNING-

<sup>1</sup> J. T. CUNNINGHAM, Critical Note on the latest Theory in Vertebrate Morphology. in: Proc. R. Soc. Edinburgh, Session 1883/4. p. 759—765. Fig. Er bildet eine pelagische Fischlarve ab, bei welcher der After ungemein weit nach hinten gerückt und der Dottersack sehr groß ist. Von älteren Beobachtungen dieser Art citirt er nur die von KUPFFER am Hering gemachte.

<sup>2</sup> ALEXANDER AGASSIZ, On the young stages of osseous fishes. Part. 3. in: Proc. Amer. Acad. Arts and Sc. Vol. 17. 1882. p. 271 ff.

<sup>3</sup> l. p. 242. c. Taf. 21 Fig. 12 etc.

<sup>4</sup> W. N. PARKER, On the Structure and Development of the Skull in Sturgeons (*Acipenser ruthenus* and *A. sturio*). in: Phil. Trans. London Vol. 173. 1852. p. 139 ff. Taf. 12. Fig. 2 etc.

HAM hat aber — und dies ist der zweite Fehler — ohne sich groß um die Structur des praeanaln Organes zu kümmern, es direct für eine Flosse erklärt. Es fragt sich also, was macht die Flosse zu einer Flosse und unterscheidet sie zugleich von einer Hautfalte? Offenbar die active Beweglichkeit mittels eigener Muskeln. Man darf allerdings die Fettflosse der Salmoniden noch als solche bezeichnen, obwohl sie nach LA VALETTE (l. p. 238 c. p. 191) nur Bindegewebe enthält — es ist eben die Annahme erlaubt, dass sie in früheren Perioden Musculatur besessen hat — aber man hat kein Recht dazu, eine Hautfalte für eine Flosse zu erklären. Dies sieht aus wie ein Streit um Worte, ist es aber nicht. Natürlich will auch die Hautfalte erklärt sein. In dem CUNNINGHAM'schen Falle ist das nicht schwer, denn es lässt sich einsehen, dass bei Fischen mit voluminösem Dottersacke eine ventrale Hautfalte als Kiel zur Erhaltung des Gleichgewichtes nur vortheilhaft sein kann, und zwar je ausgedehnter desto besser. Dies würde ihr Auftreten vor dem After erklärlich machen, zumal wenn man bedenkt, dass die ungemein starke Vorwölbung des Bauches durch den Dottersack eine Hautfalte hinter letzterem schon rein physikalisch so gut wie bedingt. Es wäre nun sehr interessant, wenn solche Abortivknospen, wie sie DOHRN bei Selachiern zwischen den paaren Flossen beschrieben hat, auch bei Knochenfischen vorkämen und in die praeanale Hautfalte hineinwanderten, um sich später zurückzubilden. Indessen bisher haben weder Andere noch auch ich Derartiges gesehen, und es handelt sich daher hier lediglich um eine Hautfalte, die später wieder verstreicht.

Wie steht es nun mit der in so großer Ausdehnung erscheinenden unpaaren Hautfalte der Scylliden? Konnte man die praeanale der jungen, mit Dottersack umherschwimmenden Fische als eine Erwerbung neueren Datums auffassen, so geht das hier auf den ersten Blick nicht an. Ein rein embryonales Organ, wie die äußeren Kiemenfäden, ist sie in unserem Falle nicht; es wird daher nichts übrig bleiben, als in ihr ein Gebilde zu sehen, das früher einmal den Selachiern oder ihren Vorfahren während ihres postembryonalen Lebens gedient hat und nun bei denjenigen Formen, welche ihre Entwicklung noch nicht stark verkürzt haben, ontogenetisch wiederholt wird. Nur bei den Scylliden, die sich außerdem durch den Besitz der Parapodoide auszeichnen, und bei *Raja* geschieht dies; alle übrigen Selachier, so weit sie ovipar sind, legen ihre Flossen ohne dieses vergängliche Gebilde an. Mit Rücksicht auf die Parapodoide, in deren Region sich die unpaare Hautfalte ebenfalls erstreckt (Taf. 15 Fig. 7), könnte man vermuthen, dass die Vorfahren der Selachier, als sie noch im Besitze der Parapodien waren,

bereits eine unsegmentirte, unpaare, dorsale und ventrale Erhebung der Haut besaßen, welche als Kiel fungirte und bei schneller Bewegung nur nützlich wirken konnte. Ich ginge auch gern noch einen Schritt weiter und nähme an: als der Körper dieser Thiere allmählich an Größe gewann, mithin auch die supponirte Hautfalte, wenn auch nicht relativ, so doch absolut wuchs, verdichtete sich in ihr das Bindegewebe continuirlich in der Mittellinie zu einer Stützplatte, die allmählich den Charakter des Knorpels annahm. Letzterer wäre also von Hause aus unpaar und unsegmentirt gewesen, was mit seiner Entwicklung beim Embryo durchaus harmoniren würde, und so wäre die mediane Hautfalte in ihrer Bedeutung für die Ökonomie des Thieres noch verstärkt. Allein was den unpaaren Flossen recht ist, ist den paaren billig: die durchaus gleichartige Entwicklung würde auch hier zur Annahme von Hautfalten mit Knorpel darin nöthigen. Wie aber würden hier die Muskeln des einen seitlichen Parapodiums — habe es nun lateral oder medial von der hier seitlichen Hautfalte gelegen — auf die beiden Seiten des Knorpels gerathen, wenn dieser vorher schon da war? Schon dieser Umstand zwingt uns dazu, die Präexistenz des Knorpels fallen zu lassen; er kann eben nur in Folge der Muskelaction entstanden sein.

Aber auch die Hautfalte allein ist bei den ausgewachsenen Vorfahren der Selachier schwerlich vorhanden gewesen. Setzen wir den mit vier Reihen Parapodien versehenen »Wirbelwurm«, zu dessen Annahme ich durch den Nachweis der Parapodoide noch einen Grund mehr geliefert zu haben glaube. Rückten durch Ausfall der ihnen zunächst gelegenen Theile der Körperwandung die beiden dorsalen resp. ventralen Parapodien ein und desselben Segmentes einander so nahe, dass sie sich in ihren Bewegungen hemmten, so mussten die nach der Mediane zu gelegenen Muskeln allmählich zu Grunde gehen oder ihre Zugrichtung ändern; vielleicht dürfen wir in den zwei hinter einander gelegenen Muskelknospen, welche jedes Myotom producirt, noch einen Hinweis auf die beiden Muskelgruppen jedes Parapodiums erblicken. Eine Vermehrung der Borsten in der Längsachse des Thieres musste allmählich zur Berührung der hinter einander gelegenen Parapodien ein und desselben Antimeres führen und von da zur völligen Verschmelzung derselben wird auch wohl nicht weit gewesen sein. Die Verbindung der Borsten durch eine Haut kommt ja auch bei Anneliden vor; wir haben hier also einen Zustand, welcher dem der Haut mit den Hornfäden bei den Selachiern zum wenigsten analog ist. Und so wären wir bei zwei ganz dicht neben einander gelegenen Hautfalten mit Borsten darin, welche durch Muskeln bewegt wurden, angekommen, aus denen

leicht die unpaare Flosse in ihrer heutigen Gestalt abgeleitet werden kann. Dies macht die Annahme einer älteren, aber noch zu derselben Zeit vorhandenen medianen Hautfalte überflüssig. Nun erstreckt sich aber, wie bekannt, der vergängliche Hautsaum der Scylliden nach hinten in die Region der Parapodoide, nach vorn in diejenige der großen parapodoidalen Hautzähne hinein. Dies fordert eine Erklärung, und ich finde sie in der doch wohl nicht unwahrscheinlichen Annahme, dass auch die jungen Selachier in früheren Zeiten mit einem voluminösen Dottersacke umherschwammen und so eines Kieles um so mehr bedurften, je größer sie selbst waren. Demnach hätten wir hier ein rein larvales Organ vor uns.

Wie man sieht, stimme ich im Wesentlichen mit DOHRN überein. Die Herleitung der Flosse von segmental angeordneten Parapodien, in denen die Muskeln die Hauptrolle spielen, lässt natürlich die Knorpel als sekundäre, durch den Zug der Muskeln hervorgerufene und auch durch ihn nachträglich gegliederte Bildungen erscheinen, und so finden wir denn auch, dass ihre Zahl von derjenigen der Muskelknospen abhängt. Dies ändert sich allerdings, wenn die Musculatur nachträglich in Wegfall kommt, wie bei der ganzen *Caudalis dorsalis* mit Ausnahme der Region der Parapodoide. Hier werden die ich möchte sagen Willkürlichkeiten bei der Entstehung der Knorpel im Embryo nicht wieder durch die gleichzeitig heranwachsende Musculatur beseitigt, sondern können sich ungehindert entfalten. Auch die veränderte Richtung der Muskeln im ventralen Theile der *Caudalis* muss als etwas Nachträgliches aufgefasst werden, für dessen Nothwendigkeit uns freilich einstweilen noch das Verständnis fehlt.

Ein sämmtlichen Flossen gemeinsames Moment ist der gedrungene Bau und die Richtung schräg nach hinten. Im Laufe der Ontogenese rücken die anfänglich weit von einander entfernten Muskelknospen zusammen, und zwar thun dies die vordersten am stärksten. In Folge davon haben die Nerven zum Theil sehr lange Bahnen zu verlaufen. Man wird wohl nicht fehlgehen, wenn man annimmt, dass die Flossen nur dann vortheilhaft wirken konnten, wenn sie dem Wasser vorn einen möglichst geringen Widerstand boten, und kann auch hier wieder die Verhältnisse bei unsern Schiffen, wo Maste und Schornsteine schräg nach hinten ragen, zum Vergleiche heranziehen. Selbstredend stehen ebenfalls die Knorpel, wenn sie nicht etwa zu ungegliederten Platten verschmolzen, nicht senkrecht zur Längsachse des Thieres. Da sie aber phylogenetisch unter steter Abhängigkeit von der Musculatur später als diese entstanden, so treffen sie bei ihrem ontogenetischen centripe-

talien Wachstum auf andere Theile des Achsenskelettes, als sie eigentlich sollten. Dies ist besonders auffällig an der Caudalis, wo die ganze Wirbelsäule stark gestreckt ist. Bekanntlich legen sich die Myotome genau quer an, richten sich aber dann unter allmählicher Umwandlung zur Seitenmuskulatur in der Art schräg, dass ihre dorsalen und ventralen Hälften die Schenkel eines immer spitzer werdenden Winkels bilden, dessen Scheitel weiter nach vorn liegt. Während aber die Nerven diese Verschiebung der Myotome völlig mitzumachen genöthigt sind, thun es die viel später auftretenden Knorpel nur in geringem Grade. Diese Schrägstellung in der Caudalis ventralis, obwohl der Zug der Muskeln hier in der entgegengesetzten Richtung wirkt, legt auch noch Zeugnis davon ab, dass früher am Ende des Schwanzes eine echte Flosse ohne nähere Beziehungen ihrer Knorpel zum Achsenskelette bestand, wie wir sie heut zu Tage noch in der Analis vor uns sehen.

Ehe wir die Betrachtung der Phylogenese der Flossen beenden können, bleibt noch ein wichtiger Punkt zu erledigen. Wie verhalten sich die verschiedenen Dorsales zu einander? Die Fälle, welche thatsächlich vorkommen, sind folgende. Entweder es fehlt die Rumpfdorsalis und dann haben wir 2 oder 1 sehr oft weit nach hinten stehende Dorsales, oder es existirt eine Rumpfdorsalis und dann ist stets nur eine einzige auf dem Schwanze vorhanden. Die letztere kann freilich relativ sehr klein sein, so bei *Zygaena* etc., aber zum völligen Ausfalle, wie er bei der Analis vorliegt, ist es nicht gekommen. Soll man nun annehmen, diese eine Schwanzdorsalis entspreche der hintersten der bei den Scylliden vorkommenden und die vorderste derselben sei auf den Rumpf gewandert? Hierzu liegt absolut kein Grund vor, wenigstens ist in der Ontogenese auch nicht der geringste Hinweis auf derartige phylogenetische Verschiebung enthalten. Betrachten wir aber zunächst einen einfacheren Fall. Die Notidaniden haben in ihren 7 Kiemenspalten gegenüber den 5 aller übrigen Selachier ein Zeichen hohen Alters aufzuweisen, denn falls man nicht annehmen will, dass sie die 2 überzähligen nachträglich wieder erworben haben, so muss man ihre Trennung vom Selachierstamme bereits dann geschehen sein lassen, als noch Alle 7 Kiemenspalten besaßen. Ihnen kommen in Bezug auf die Flossen die gleichfalls archaischen Scylliden nahe, jedoch haben die letzteren 2 Schwanzdorsales, jene nur eine. Nehmen wir nun die Lage des Anus als festen Punkt an, was wir thun müssen, falls wir überhaupt noch festen Boden unter den Füßen behalten wollen. Ihr entspricht die Ausdehnung der Leibeshöhle nach hinten, und dieser wiederum im Achsenskelette das Auftreten der sogenannten Halbwirbel, über deren Valenz

ich noch zu berichten habe. Zwei Exemplare von *Heptanchus cinereus*, die ich skeletirte — beide über 1 m lang — zeigten 55 resp. 57 ganze und dann noch etwa 50 Halbwirbel. Der erste Knorpel der Dorsalis lag aber senkrecht über dem 52. Wirbel, also gehört, da ganz allgemein die Flosse weiter nach hinten steht, als sie gemäß den zugehörigen Nerven sollte (s. oben p. 255), der Anfang der Flosse zum Rumpfe, das Ende zum Schwanze. Bei einem 3. Exemplar mit 58 ganzen Wirbeln konnte ich auch constatiren, dass der vorderste in die Flosse hineingehende Nerv der 52., also ein Rumpfnerv war.

Unter den Scylliiden zählt *Pristiurus* im Ganzen über 140 Wirbel, von denen aber nur die ersten 39 ganze sind. Hier steht die vorderste Dorsalis mit ihrem ersten Knorpel über dem 40. Wirbel, gehört aber nach Zählung der Nerven zum 36. bis 41. (oder 36. bis 42.) Segmente, steht mithin gleichfalls auf der Grenze von Rumpf und Schwanz. Nichts hindert uns daher in diesem Falle anzunehmen, dass beide Bildungen streng homolog, nicht bloß homodynam sind. Wie aber sieht es mit der hintersten Flosse aus? Bei den Notidaniden fehlt sie, bei *Pristiurus* steht sie über dem 68. Wirbel und gehört zum 52. bis 55. (oder 53. bis 56.) Neurotome. Entweder hat sie also auch bei jenen bestanden und ist nachträglich verschwunden, ohne (wenigstens beim erwachsenen Thiere) irgend eine Spur zu hinterlassen — oder die Scylliiden haben sie nachträglich erworben. Mit Rücksicht auf den Umstand, dass, wie die Abortivknospen deutlich zeigen, die Dorsales der Scylliiden früher eine größere Ausdehnung besessen haben als gegenwärtig, kann man sich natürlich nur für die erstere Alternative entscheiden, muss also sagen, die Notidaniden haben die eigentliche Schwanzdorsalis eingebüßt: vielleicht sind in der Ontogenese noch ihre Spuren erhalten.

Gehen wir nun zu einem Falle über, in welchem eine echte Rumpfdorsalis vorhanden ist. Bei dem »*Squale faux*« oder *Alopias vulpes* giebt CUVIER<sup>1</sup> 365, GÜNTHER (l. p. 227 c. p. 518) 364 Wirbel an, die höchste Zahl, welche überhaupt bei Selachiern beobachtet worden ist. Von ihnen sind 95 »thoraciques« und 270 »caudales«. Dieser lag mir leider zur Untersuchung nicht vor. Bei *Carcharias glaucus* hingegen, von dem ich zwei je etwa 40 cm lange Embryonen zergliedern konnte, endet die Leibeshöhle mit dem 88. Wirbel<sup>2</sup> und es

<sup>1</sup> G. CUVIER, Leçons d'Anatomie comparée. 2. Edit. Tome I. 1835. p. 232.

<sup>2</sup> Ich kann hiermit die Angabe von DAVIDOFF (p. 469), die Bauchflosse werde vom 27. bis 35. Nerven versorgt, nicht gut vereinigen. Freilich giebt er die Species

sind ihrer im Ganzen gegen 240 vorhanden, also gleichfalls eine höchst ansehnliche Menge. Die hinterste Dorsalis beginnt etwa über dem 118. Wirbel, würde also etwa 29 Wirbel hinter dem After anfangen, mithin der Schwanzdorsalis bei *Pristiurus* entsprechen, die am 6S. — 40 = 28. Schwanzwirbel anfängt. Hierzu stimmt auch die Innervirung: bei *Pristiurus* vom 52. — 40 = 12., bei *Carcharias* vom 100. — 89 = 11. Schwanznerven. Dagegen steht die 1. Dorsalis weit vorn: sie beginnt über dem 56. Wirbel und wird vom 51. bis 66. (?) Nerv versorgt, ist mithin *sui generis*, da von ihrem Anfange bis zum Ende der Leibeshöhle noch 88 — 51 = 37 Nerven liegen. Wir haben auch hier wiederum nur die Wahl, ob wir sie als eine nachträgliche Erwerbung von *Carcharias* ansehen oder ihr Nichtvorhandensein bei den vorher betrachteten Formen durch einen Ausfall erklären wollen, und können wiederum nicht zweifelhaft sein. Wenn nämlich unbeschadet wichtiger Functionen des Körpers die Zahl der Rumpfsegmente von 88 bei *Carcharias* auf 39 bei *Pristiurus* sinken kann, wenn also eine Unmenge Segmente entweder geradezu ausgefallen oder mit anderen verschmolzen sind, so kann auch die 1. Dorsalis in Wegfall gekommen sein. Allerdings ist von vorn herein die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, dass die größere Anzahl Metamere aus der geringeren durch Knospung hervorgegangen sei; aber alsdann würde das Auftreten einer Flosse, wo doch die unmittelbar vorhergehenden und folgenden Segmente ohne eine solche waren, mehr Unwahrscheinliches an sich haben, als die entgegengesetzte Annahme. Danach würden also die ältesten Selachier eine Rumpfdorsalis entweder schon in der heutigen Begrenzung oder doch ihr sehr ähnlich besessen und die Notidaniden, Scylliiden und Rochen sie und auch wohl die Segmente, welche sie trugen, verloren haben.

Von *Carcharias* mit seiner enormen Wirbelzahl lassen sich eine Anzahl von mir näher untersuchter Formen leicht ableiten. Überall ist eine 1. (Rumpf-) und eine Schwanzdorsalis vorhanden, überall fehlt die zweite, welche auf der Grenze von Rumpf und Schwanz steht. So bei *Mustelus*, *Galeus*, *Zygaena*, *Acanthias*, *Centrophorus*: bezüglich der Einzelheiten s. unten p. 273. Andere hingegen besitzen eine 2. Dorsalis an Stelle der 3., so *Centrina*, *Spinax*, *Scymnus* und wahrscheinlich auch *Cestracion* und *Lamna*. Während aber die 2. Dorsalis stets annähernd auf der Grenze von Rumpf und Schwanz sich

---

nicht an. Nach DUMÉRIL, p. 13 hat laut SCHULTZE's Angaben *Carcharias glaucus* 33 + 99 = 132 Wirbel; dies würde also zu DAVIDOFF passen.

befindet, ist der Platz für die Schwanzdorsalis ein sehr wechselnder: so z. B. beginnt sie bei *Centrophorus* über dem 8., bei *Carcharias* über dem 29. Halbwirbel. Man wird daher auch gut thun, hier zwischen einer 3. und 4. Dorsalis zu unterscheiden (s. unten p. 273 die Tabelle), die freilich nur die Überreste einer einheitlichen Schwanzdorsalis darstellen.

Sehr lehrreich in Bezug auf den Ausfall von Wirbeln, von dem ich bisher schon oft geredet habe, ohne aber dafür irgend eine Art von Beweis zu erbringen, sind natürlich die Verhältnisse bei nahe verwandten Formen, also den Arten einer und derselben Gattung. Hierher zählt vor Allen das Genus *Mustelus*. Seine beiden Arten sind einander äußerlich so ähnlich, dass sie ausgewachsen nur schwer zu unterscheiden sind, während dies bei den älteren Embryonen (s. unten p. 276) leicht angeht. Es zeigt sich nun, dass in beiden Arten die 1. Dorsalis genau über dem 20. Wirbel beginnt; da nun die zufolge dem Verhalten der Embryonen ältere Art 35, die jüngere nur 34 (oder sogar nur 33) einfache Wirbel hat, so ist die Annahme unvermeidlich, aber auch hinreichend begründet, dass in der Region hinter dem Ende der 1. Dorsalis und vor dem After 4 (oder 5) Segmente ausgefallen sind. Ein Gleiches gilt für die 3. Dorsalis, die 23 resp. 17 Wirbel hinter dem 1. Doppelwirbel beginnt, und eben so für die übrigen Regionen des Schwanzes, auf die hier näher einzugehen nicht lohnt. Auch die beiden hiesigen Arten von *Acanthias* zeigen Ähnliches; nur fehlt es hier zur Zeit wenigstens an einem von der Anzahl der Metameren unabhängigen Kennzeichen, um zu entscheiden, welche Species von der anderen abzuleiten sei. — Eben so ist *Scyllium* lehrreich. Bei der größeren Art *stellare* stimmen, abgesehen von der 1. Dorsalis, die Zahlen für den Schwanz sehr gut zu denen von *cunicula*, und nur die Anzahl der Rumpf- und Schwanzsegmente ist um 9 resp. 8 höher als bei der genannten kleineren Art (s. unten p. 273 Tabelle). Beide Arten differiren in diesem Punkte merkwürdigerweise stärker von einander als von *Pristiurus*. Homolog sind aber offenbar die 2. Dorsales hier ebenfalls; man muss nur in Betracht ziehen, dass die von *stellare* 2 Knorpel mehr zählt als die von *cunicula* und mit ihnen nach Ausweis der Nerven eben noch in die Rumpfregeion hineinragt, während die andere genau am Anfange des Schwanzes steht. Auch hier sprechen sowohl der Flossensaum als die Abortivknospen dafür, dass *cunicula* die jüngere, reducirtere Form ist.

Auch die Rochen und die Formen, welche zu ihnen überleiten, sind es werth, in Betreff der Homodynamie der Flossen an dieser Stelle

kurz besprochen zu werden. Ihnen allen fehlt die Anals und die 1. Dorsalis. Wenden wir nun dieselben Kriterien an wie oben, d. h. betrachten wir den 1. Halbwirbel als den festen Punkt, von dem aus wir nach hinten und nach vorn zu zählen, so erhalten wir beispielsweise für den haiähnlichen Rochen *Rhinobatus* mit 145 Halbwirbeln eine 4. Dorsalis, welche über dem 30. Doppelwirbel beginnt, also der 4. Dorsalis bei *Carcharias*, der 148 Doppelwirbel hat, recht gut entspricht. Die folgende Dorsalis über dem 70. Halbwirbel könnte demnach als 5. bezeichnet werden. Nehmen wir aber *Dasybatis*, der nur noch 94 Halbwirbel hat, so sind die betreffenden Zahlen 55 und 65, somit stände hier die 4. Dorsalis auffällig weit nach hinten; wir thun daher besser hier eine 5. und 6. anzunehmen und die hinterste von *Rhinobatus* gleichfalls als 6. zu bezeichnen. Beide Gattungen sind übrigens dadurch charakterisirt, dass der 1. Halbwirbel der 55. resp. 56. in der ganzen Reihe ist, was auf Verwandtschaft mit den Notidaniden, wo es der 55. bis 58. ist, hinweisen möchte. Bei *Squatina*, welche als rochenähnlicher Hai bezeichnet werden darf, beginnen die Halbwirbel in der Species  $\alpha$  mit dem 45., in  $\beta$  mit dem 51. bis 54.<sup>1</sup> und stehen die Flossen über dem 12. bis 15. resp. 29. bis 31., und über dem 19. bis 23. resp. 38. bis 42., demnach müssen wir sogar für  $\alpha$  eine 3. und 4., für  $\beta$  eine 4. und 5. Dorsalis annehmen. In beiden Arten wird die 2. durch hohe Knorpelstäbe vertreten (Taf. 18 Fig. 1). Bei *Torpedo ocellata* mit 73 Halbwirbeln haben wir die Zahlen 12 resp. 28. In diesem Falle ist aber, wie die Schnitte durch Embryonen lehren (Taf. 15 Fig. 15), die vorderste Flosse bestimmt eine 2., also die folgende wohl eine 3. Dorsalis. Man ersieht zugleich, wie schwer es bei diesen hierin stark abgeänderten Formen allein aus der Betrachtung der erwachsenen Thiere hält, Sicherheit zu erlangen, und namentlich wie trügerisch die Beziehungen des Achsenskelettes zu dem der Rückenflossen für die Beurtheilung der Homologien werden können. Allerdings liegt ein Fingerzeig darauf in dem Verhalten der Nerven und auch der Musculatur, die gerade bei *Torpedo* ungemein schräg von vorn her in die Flosse eintritt. Da mir aber mit Ausnahme von *Torpedo* die richtigen Embryonalstadien bisher noch gefehlt haben, so möchte ich diese kurze Auseinandersetzung über die Flossen der Rochen nur als ganz provisorisch bezeichnen.

<sup>1</sup> Da ich ausschließlich Embryonen von verschiedenen Altersstufen zur Untersuchung hatte, so sind diese Schwankungen erklärlich.

Es ergeben sich daher allein für die Dorsales folgende Combinationen:

2. Dorsalis allein vorhanden.	Analisis vorhanden.	Notidaniden.
2. und 4. Dorsalis vorhanden.	Analisis vorhanden.	Seylliiden.
2. und 3. Dorsalis vorhanden.	Analisis fehlt.	<i>Torpedo.</i>
3. u. 4. (4. u. 5.) Dorsalis vorhanden.	Analisis fehlt.	<i>Squatina.</i>
4. und 6. Dorsalis vorhanden.	Analisis fehlt.	( <i>Rhinobatus.</i> )
5. und 6. Dorsalis vorhanden.	Analisis fehlt.	( <i>Dasybatis.</i> )
1. und 2. Dorsalis vorhanden.	Analisis fehlt.	<i>Scymnus, Spinax, Centrina.</i>
1. und 3. Dorsalis vorhanden.	Analisis vorhanden.	<i>Zygaena, Mustelus, Galeus.</i>
1. und 3. Dorsalis vorhanden.	Analisis fehlt.	<i>Centrophorus, Acanthias.</i>
1. und 4. Dorsalis vorhanden.	Analisis vorhanden.	<i>Carcharias.</i>

Warum gerade diese und nicht auch noch andere? Hierauf fehlt zur Zeit jede Antwort. Es ist aber ein Punkt hierbei auffällig. Verlässt man sich darauf, dass der 1. Halbwirbel wirklich einen fixen Punkt darstellt und dass man die darauf folgenden Wirbel, falls ihre Gesamtzahl bei zwei Formen stimmt, auch als homolog ansehen darf, so gelangt man zu dem Resultate, dass die 5. Dorsalis der beiden langschwänzigen Rochen bei *Carcharias* in der dorsalen Schwanzflosse stecken muss. Letztere beginnt nämlich schon am 148. —  $S_9 = 59$ . Halbwirbel.

Wie man sieht, bleibt die Besprechung der Flossen, so wie man sich auf die Besonderheiten derselben in den einzelnen Gruppen einlässt, wegen Mangels an geeignetem Materiale ziemlich unfruchtbar. Ich habe daher auch von vorn herein darauf Verzicht geleistet, die Analisis und Caudalis in ähnlicher Weise zu untersuchen. Das einzige allgemeine Ergebnis von einiger Wichtigkeit scheint mir zu sein, dass ich den Ausfall von Metameren innerhalb des Selachierstammes für nahestehende Formen — Arten derselben Gattung — nahezu sicher, für entferntere wenigstens ziemlich wahrscheinlich gemacht habe. Die Beweisführung stützt sich allerdings darauf, dass die Lage des Afters für alle Formen gleichgesetzt, gewissermaßen als Nullpunkt angenommen wird — hiergegen dürfte kaum etwas einzuwenden sein, denn man wird doch nicht glauben wollen, es gebe für die einzelnen Selachiergruppen verschiedene After — und ferner darauf, dass zu dem After der 1. Halbwirbel in einer ganz constanten Beziehung stehe (s. unten p. 271). Dies macht eine Discussion über die

### Halbwirbel der Selachier

nothwendig, um so mehr als in der Litteratur hierüber irrige Angaben verbreitet sind.

Ich wurde auf sie zuerst bei Betrachtung des Skelettes von *Pristiurus* aufmerksam, als ich die Insertion der Flossenknorpel festzustellen suchte. Erst geraume Zeit später, als ich mich schon eingehend mit ihnen beschäftigt hatte, fand ich die auf sie bezüglichen litterarischen Notizen, bei deren Sammlung sich ergab, dass die älteren Angaben von den neueren Autoren gar nicht citirt werden. So lesen wir in GÖTTE'S berühmtem Werke über die Entwicklung der Unke<sup>1</sup>, an einer Stelle also, wo man derartiges nicht vermuthen würde: »Dies erinnert offenbar an KÖLLIKER'S Beobachtung von der Wirbelverdoppelung bei Haien, wobei jedoch auch die Nerven sich verdoppelten. Ich finde dagegen im Schwanze von *Scyllium* doppelt so viele vollständige Wirbel als Ganglien und Muskelsegmente. Dass diese merkwürdige Erscheinung aus einer nachträglichen Theilung hervorgehe, muss ich bezweifeln, weil alsdann die Bögen, Interealarknorpel und discrete Dornfortsatzanlagen sich nicht einfach neben einander verdoppeln, sondern auf ungreifliche Weise alternirend stellen müssten.«

Und indem er sich hierauf bezieht, setzt er bei einer anderen Gelegenheit<sup>2</sup> hinzu: »Die Verkürzung [der Doppelkegel der Wirbelsäule] tritt im Allgemeinen in den hinteren Partien des Körpers ein (*Scyllium*, *Carcharias* u. a.), was zum Theil mit der dort stattfindenden Verdoppelung der Wirbel zusammenhängt. Aber auch das umgekehrte Verhältnis lehrte KÖLLIKER bei *Heptanchus* kennen, so dass wir auf diese Variationen ein besonderes Gewicht nicht zu legen haben.« KÖLLIKER<sup>3</sup> nun macht eine Angabe, die ich ihrer Wichtigkeit halber hier in extenso wiedergebe. Sie lautet: »Eine sehr bemerkenswerthe Thatsache ist noch die, dass bei *Heptanchus* im hinteren und vorderen Theil der Wirbelsäule die Zahl der Wirbel um das Doppelte größer ist als in der Mitte. An Längsschnitten größerer Stücke Wirbelsäule aus der Mitte des Körpers erkennt man leicht, dass hier die Wirbelkorperrudimente in den Septis der Chorda gerade um das Doppelte so weit von einander abstehen, als hinten die ausgebildeten Doppelkegel und vorn

<sup>1</sup> ALEXANDER GÖTTE, Die Entwicklungsgeschichte der Unke (*Bombinator igneus*) als Grundlage einer vergleichenden Morphologie der Wirbelthiere. Leipzig 1875. Citat p. 418 Anm.

<sup>2</sup> A. GÖTTE, Beiträge zur vergleichenden Morphologie des Skelettsystems der Wirbelthiere. II. Die Wirbelsäule und ihre Anhänge. in: Arch. Mikr. Anat. 15. Bd. 1875. p. 442—541. T. 28—33. Citat p. 484.

<sup>3</sup> A. KÖLLIKER, Über die Beziehungen der Chorda dorsalis zur Bildung der Wirbel der Selachier und einiger anderen Fische. in: Verh. Physik.-Med. Ges. Würzburg. 10. Bd. 1860. p. 193—242. T. 2 u. 3.

die Scheidewände, und im Grenzgebiete der drei Abschnitte zeigt sich, dass dieses auffallende Verhalten daher rührt, dass an gewissen Stellen zwischen den schon vorhandenen Scheidewänden und Wirbelkörperanlagen genau in der Mitte neue auftreten, die dann bald so weit sich organisiren, wie die anderen. . . . Bemerkenswerth ist übrigens, dass die Zahl der Bogenstücke und Rückenmarksnerven in der ganzen Länge der Wirbelsäule dieselbe ist, so dass mithin den Wirbelkörpern in der Mitte derselben immer zwei obere und zwei untere Bogen entsprechen, und möchte ich fast glauben, dass die Wirbelkörper ursprünglich in der ganzen Länge der Wirbelsäule nur in der halben Zahl sich anlegen und dann erst secundär von vorn und hinten gegen die Mitte sich verdoppeln.«

Wie man sieht, zeichnet sich die ganze Auseinandersetzung nicht durch besondere Klarheit aus, und so kann man GÖTTE es nicht verübeln, wenn er aus ihr etwas herausgelesen hat, was ihr Autor wohl nicht hat hineinlegen wollen<sup>1</sup>. Auch mir ist das Verständnis für die eigenthümliche Bildung erst aufgegangen, als ich *Heptanchus* selbst zu untersuchen Gelegenheit fand. KÖLLIKER'S Beobachtung ist nämlich völlig richtig, hat aber nur Gültigkeit für die wenigen Wirbel, welche an der Grenze zwischen Rumpf und Schwanz stehen (s. unten p. 266). Übrigens hat schon JOHANNES MÜLLER<sup>2</sup> ein ähnliches Verhältnis beschrieben: »Bei *Zygaena* fand ich noch das merkwürdige, dass an einigen Wirbeln des mittleren Theiles der Wirbelsäule sogar drei Bogenstücke hinter einander auf einen Wirbel jederseits kommen, während die meisten Wirbel nur zwei Bogenpaare haben. Hier sind also ausnahmsweise 2 *ossa intercalaria* auf jeder Seite, die an Größe den eigentlichen Bogensehenkeln gleich kommen.« Auch STANNIUS<sup>3</sup> berührt diesen Punkt, allerdings nur nebenher und auch lediglich auf Grund einer älteren Arbeit von ROBIN<sup>4</sup> aus dem Jahre 1847, welche

<sup>1</sup> Bei HASWELL (l. p. 241 c. p. 73) finde ich die ganz kurze Notiz: »in some sharks (*Notidanus* for example), each vertebra in the caudal region bears two neural arches«. Auch sie scheint mir auf einem Missverständnisse KÖLLIKER'S zu beruhen.

<sup>2</sup> JOHANNES MÜLLER, Vergleichende Anatomie der Myxinoiden, der Cyclostomen mit durchbohrtem Gaumen. 1. Theil. Osteologie und Myologie. in: Physik. Math. Abh. Akad. Berlin 1834. p. 65 ff. Citat p. 156.

<sup>3</sup> HERMANN STANNIUS, Das peripherische Nervensystem der Fische, anatomisch und physiologisch untersucht. Rectorats-Programm. Rostock 1849. 156 pag. 5 T.

<sup>4</sup> CH. ROBIN, Recherches sur un appareil qui se trouve sur les poissons du

den Sachverhalt bei *Raja batis* genau wiedergiebt. Der Schwanztheil der Rochen ist dadurch charakterisirt, dass »auf je zwei Wirbel nur eine hintere und eine vordere Wurzel [des Spinalnerven] kommt. Durch den Bogen des einen Wirbels tritt die vordere, durch den des folgenden Wirbels die hintere Wurzel aus« (STANNIUS p. 115). Dies ist weiter vorn nicht der Fall, sondern hier tritt die vordere Wurzel aus dem Bogen (cartilago intercentralis), die hintere aus dem Schaltstücke (cartilago cranialis) aus, wie STANNIUS ausdrücklich für *Raja*, *Rhinobatus*, *Spinax* und *Carcharias* angeht. Dies wird aber neuerdings von GÖTTE (Arch. Mikr. Anat. 15. Bd. p. 501 Anm.) berichtet: »Bei *Acanthias* durchbohrt die motorische Wurzel den eigentlichen Wirbelbogen, die sensible aber den dahinter gelegenen Intercalarknorpel, während bei *Scyllium* diese Nerven hinter den betreffenden Knorpelspangen liegen.« Auch DUMÉNIL (l. p. 227 c. p. 75 Taf. 1 Fig. 1 und 2) macht darauf aufmerksam, dass nur am Rumpfe die Zahl der Wirbel- und Nervenpaare gleich sei; am Schwanz dagegen »existe une alternance par suite de laquelle le nombre des nerfs se trouve diminué de moitié«. Er bildet dazu die betreffenden Verhältnisse von *Alopias* durchaus richtig ab. Ferner giebt BALFOUR in seiner Vergleichenden Embryologie<sup>1</sup> noch an, er habe die Halbwirbel bei Embryonen von *Scyllium* und *Raja* gefunden. Die Gliederung der Wirbelsäule müsse wohl erst nach derjenigen der Nerven und Myotome zu Stande gekommen sein, um den vorliegenden Befund zu erklären.

In der jüngsten Zeit endlich haben auch v. IHERING und HASSE sich mit dieser Frage beschäftigt, Jener in 2 Publikationen<sup>2</sup>, Dieser

---

genre des Raies (*Raia* Cuv.), et qui présente les caractères anatomiques des organes électriques. in: Ann. Sc. N. (3) Tome 7. 1847. p. 193—302. T. 3 u. 4. Die betreffende Abbildung (Taf. 3 Fig. 2; Horizontalschnitt durch die Wirbelsäule nebst den Collectoren und dem pseudoelektrischen Organe, bezieht sich auf *Raja [Dasymbatis] clavata*.

<sup>1</sup> l. p. 229 c. p. 455: »there are double as many vertebral bodies as there are myotomes and spinal nerves. This is not due to a secondary segmentation of the vertebrae but, as I have satisfied myself by a study of the development, takes place when the vertebral bodies first become differentiated. The possibility of such a relation of parts is probably to be explained by the fact that the segmentation of the vertebral column arose subsequently to that of the nerves and myotomes.«

<sup>2</sup> H. v. IHERING, Über Wirbelverdoppelung bei Fischen. in: Z. Anzeiger 1. Jahrg. 1878. p. 72—74. Ausführlicher in der mir nicht zugänglich gewesenen Schrift: Das peripherische Nervensystem der Wirbelthiere als Grundlage für die Kenntniss der Regionenbildung der Wirbelsäule. Leipzig 1878.

in seinem großen Werke über die Selachierwirbel<sup>1</sup>. v. IHERING sagt: »Bei der Mehrzahl der Haie besteht im Rumpf jedes Segment aus einem Muskelsegment oder Myomer, einem Nervensegment oder Neuromer (dem Spinalnervenpaare) und einem Wirbel, wogegen im Schwanztheile auf jedes Muskelsegment ein Neuromer, aber zwei Wirbel kommen.« Dieser Satz ist richtig, aber ohne die Eingangs gemachte Beschränkung Denn die fernere Angabe: »so finde ich z. B. bei *Scymnus* alle Schwanzwirbel bis auf die hintersten mit Spinalnerven versehen« ist einfach unrichtig (vgl. meine Abbildung Taf. 18 Fig. 9): vielmehr verhält sich *Scymnus* genau so wie *Acanthias* und *Scyllium*, deren v. IHERING erwähnt. Darum ist auch die Folgerung, die Verdoppelung der Wirbel rücke innerhalb des Selachierstammes immer weiter nach hinten und falle schließlich weg, unhaltbar. — HASSE ist mit v. IHERING der Meinung (p. 21), die Wirbel ohne Nerven seien bloß eingeschobene Stücke und denen, welche die Nerven durchlassen, darum nicht homolog; es seien eben nur Theile eines Segmentes. Die Verdoppelung sei bei *Petromyzon* und den Holocephalen die Regel; mithin sei dieser Zustand der primäre und »es würde sich dann der Entwicklungsgang dieser festen Skeletttheile dahin ausdrücken lassen, dass man sagt, dass ursprünglich auf ein Segment der Wirbelsäule mehrere feste Skelettelemente (Wirbelbogen, Intercalararia, Wirbelkörper) fielen, und man wird diesen Zustand passend mit Poly- und Diplospondylie bezeichnen können. Allmählich macht dann dieser dem Verhalten Platz, wobei auf ein Segment der Wirbelsäule ein Bogen und ein Wirbelkörper kommt (Monospondylie)«. Polyspondyli sind nach HASSE die Holocephalen, Diplospondyli die Palaeonotidaniden, die »entweder überall oder an ausgedehnten Abschnitten des Rumpfes auf je ein Wirbelsäulensegment zwei Bogen und zwei Wirbelkörper« (p. 37) besaßen, während bei den übrigen Selachiern die Diplospondylie nur noch am Schwanz vorkommt.

So weit das litterarische Material, aus welchem die Definition des Halbwirbels schon klar hervorgeht. Auf je zwei »Wirbel« kommt also ein Myotom und ein Neurotom. Gehen wir bei der Betrachtung der Wirbelsäule z. B. von *Scyllium stellare* von vorn nach hinten, so sehen wir zunächst noch innerhalb des Bezirkes der Leibeshöhle, dass die Wirbel allmählich länger werden. Jeder endet aber noch oben ganz

<sup>1</sup> C. HASSE, Das natürliche System der Elasmobranchier auf Grundlage des Baues und der Entwicklung ihrer Wirbelsäule. Jena 1879—1882.

normal mit dem Bogen *b*; auch liegt zwischen je 2 Wirbeln ein Intercalarstück *i*, hinter und vor dem die beiden Wurzeln *o* und *u* eines Spinalnerven austreten (Taf. 18 Fig. 12). Dann kommt mit einem Male ein ganz kurzer Wirbel (der 45.) zum Vorschein, dem eine Anzahl eben so oder nahezu gleich kurzer folgt; dies sind lauter Halbwirbel. Aber auch sie werden immer länger und sind schon in der Höhe der 4. Dorsalis ungefähr eben so lang wie die ganzen Wirbel weiter vorn. Und genau wie jeder echte Wirbel haben auch die Halbwirbel (z. B. der 54.) ihre Bögen und Intercalarstücke. Nur die an der Übergangsstelle befindlichen Wirbel (der 43.—50.) zeigen allerlei Unregelmäßigkeiten in Lage und Anzahl jener Stücke. Bei *S. canicula* reicht diese Region noch sehr viel weiter, indem sie nämlich sich vom 34. bis 45. Wirbel ausdehnt. Bei *Pristiurus* hingegen finde ich sie auf die Wirbel 40 bis 43 beschränkt. *Mustelus laevis* (Taf. 18 Fig. 11) zeigt wiederum eine größere Zahl unregelmäßiger Wirbel (28. bis 39.). Man sieht in all diesen Fällen deutlich, wie die breiter werdenden Körper der »ganzen« Wirbel sich nicht mehr an einem Bogen genügen lassen, sondern 2 oder sogar 3 tragen, und wie alsdann die vordersten unter den »halben« Wirbeln zu je 2 zusammen einem derart verbreiterten »ganzen« Wirbel gleich kommen. Dies Verhältnis ist gleich prägnant bei *Heptanchus* (Taf. 18 Fig. 10) ausgeprägt, wo in dem gezeichneten Exemplar die kritische Stelle von 59 bis 67 reicht, nur dass hier bei der geringen Verknorpelung und Verknöcherung der Wirbelsäule sich die oberen Stücke unregelmäßiger gestalten und darum auch wohl die individuellen Varianten größer sind. Nur ganz gering sind hingegen diese Erscheinungen bei *Acanthias* (Taf. 18 Fig. 7) und noch mehr bei *Scymnus* (Taf. 18 Fig. 9); im letzten Falle folgt unmittelbar auf den 42. recht in die Länge gezogenen »ganzen« Wirbel der erste Halbwirbel. Auch *Centrina* verhält sich ähnlich.

Wichtig ist hier das Verhalten der Nervenwurzeln. Bei den Formen nämlich, wo die untere den Bogen, die obere das Intercalarstück durchbohrt (z. B. *Heptanchus*, *Scymnus*, *Acanthias*), haben wir bei den Halbwirbeln die Erscheinung, dass allemal von je 2 Wirbeln der 1. Bogen und das 1. Intercalarstück zum Austritte der Nerven dienen, während der 2. Bogen eine Öffnung für ein Gefäß enthält und das 2. Intercalarstück undurchbohrt ist. Mutatis mutandis gilt dies auch für *Mustelus*, *Scyllium* und *Pristiurus*. Dagegen zeigt *Dasybatis*, wie schon ROBIN wusste, das auffällige Verhalten, dass die beiden für denselben Nerven bestimmten Löcher nicht schräg über, sondern einfach hinter einander liegen, so dass in der That jeder Halbwirbel eine Wurzel

austreten lässt (Taf. 18 Fig. 3). Dies gilt auch für *Torpedo* hinter der hinteren Dorsalis.

Was ferner das Verhältnis des Flossenskelettes zu der Wirbelsäule betrifft, so habe ich schon oben p. 233 gezeigt, dass jedes Myotom bei der Rumpfdorsalis potentia 2 Muskelknospen abwirft: da nun am Rumpfe Myotom und Sklerotom sich decken, so kommen auf jeden Wirbel 2 Flossenknorpel. Am Schwanze in der Region der Halbwirbel giebt jedes Myotom 4 Knospen her, also entsprechen auch hier wieder jedem Halbwirbel 2 Knorpel. Dies wäre nun bereits eine Instanz dafür, dass nicht 2 Halbwirbel einem »ganzen« Wirbel äquivalent sind, sondern nur einer. Indess ich kann noch einen besseren Grund dafür beibringen. Wir sahen oben p. 224, dass an die Parapodoide Muskeln herantreten, und zwar in streng segmentaler Weise, dürfen also auf jedes Myotom nur 2 obere und 2 untere Parapodoide, die alle 4 auf einem Querschnitte liegen, rechnen. Wären nun in dieser Region Wirbel vorhanden, so würde unsere Frage auch an dem Verhalten dieser Organe direct geprüft werden können. Dies ist aber nicht der Fall, vielmehr verläuft die Chorda ohne die geringsten Anzeichen von segmentaler Einschnürung<sup>1</sup>. Ich habe aber schon früher angegeben, dass die Entfernung je 2 auf einander folgender Hautknöpfe von einander der Länge der unmittelbar vorhergehenden Wirbel gleich kommt und drücke dies hier nun noch deutlicher aus, wenn ich hinzufüge, dass diese »Wirbel« in der That Halbwirbel sind. Somit entspricht an der Schwanzspitze wenigstens jedem Myotom ein Sklerotom. Lässt man diese an sich unzweifelhafte Thatsache als ausschlaggebend gelten, so entwickelt sich daraus folgender Satz. Myotom und Sklerotom sind an der Schwanzspitze gleich; weiter nach vorn, aber noch am Schwanze, ist jedes Myotom doppelt, d. h. es entspricht 2 Sklerotomen und giebt auch an die Flossen 4 statt nur 2 Muskelknospen ab; an der Übergangsstelle von Schwanz zu Rumpf treten je 2 Wirbel unter Ausfall eines Bogens oder eines Intercalarstückes zu einem »ganzen« Wirbel zusammen; noch weiter nach vorn werden diese ganzen Wirbel gleich den Myotomen in der Art immer schmaler, dass von je 2 ursprünglich vorhanden gewesenen Myotomen immer das eine als völlig ausgefallen zu betrachten ist, mithin für die Rumpfflosse auf jedes Myomer nur noch

<sup>1</sup> Dies gilt wenigstens für jüngere Embryonen, bei denen die Hautknöpfe noch in geraden, nach der Schwanzspitze convergirenden Linien aufgereiht sind. Später ändert sich dies, wie gleichfalls früher erwähnt, und macht Messungen und Zählungen, wie sie für unseren Zweck nöthig sind, einfach unmöglich.

2 Muskelknospen kommen: am Schädel endlich ist die Verschmelzung der Metamere noch weiter gediehen.

Wie aber stellen sich hierzu die Nerven? Leider sind an der Schwanzspitze die Beziehungen der Neurotome zu den Sklerotomen nicht zu ermitteln, denn Ganglien oder überhaupt nur Spinalnerven giebt es hier nicht. Weiter nach vorn treten sie allerdings auf, und was sich hier zeigt, lässt sich zum Theil für, zum Theil auch gegen den so eben ausgesprochenen Satz über die von hinten nach vorn zunehmende Concentration des Körpers verwerthen. Ich benutze diese Gelegenheit, um das Verhalten der Nerven im Bereiche der Schwanzflosse überhaupt zu erörtern.

STANNIUS giebt (l. p. 263 c. p. 118 ff.) eine sehr ausführliche Auseinandersetzung über die Spinalnerven. Typisch ist nach ihm für die Haie am Rumpfe folgende Anordnung (vgl. die von mir auf Taf. 18. Fig. 14 copirte Abbildung). Aus der unteren Wurzel entstehen vor ihrer Vereinigung mit der oberen zwei Nerven: der eine »steigt aufwärts zum Ganglion spinale, liegt demselben eng an und verschmilzt mit einem aus diesem Ganglion kommenden Aste der unteren Wurzel, während derselbe austritt, zu einem gemischten Ramus dorsalis«; der andere »tritt alsbald, ohne vorgängige Verbindung mit einem Elemente der unteren Wurzel, in den Seitenmuskel«. (Letzteren habe ich hier nicht zu berücksichtigen: betreffs des ersteren will ich nur darauf aufmerksam machen, dass der gemischte dorsale Ast, wenn man nach der Stärke der beiden zusammentretenden Zweige urtheilen darf, da, wo es nicht eine Flosse zu versorgen gilt, mehr sensible als motorische Elemente enthält). Die ventralen Äste beider Wurzeln vereinigen sich noch im Bereiche des Achsenskelettes zu einem gemischten Truncus inferior. Das Ganglion spinale ist »ein einfaches, für die sensiblen Elemente des Ramus dorsalis und Ramus ventralis gemeinsames«.

\* So weit STANNIUS. Alle diese Verhältnisse zeigen sich ungleich deutlicher, wenn man den Schwanztheil des Körpers mit seinen längeren Myo- und darum auch Neurotomen betrachtet (Taf. 19 Fig. 1, Taf. 18 Fig. 2 und 8). Hier hat jede Wurzel, abgesehen von den für die Seitenmusculatur bestimmten Ästen, einen dorsalen und einen ventralen Ast. Beide dorsale resp. ventrale Äste laufen mehr oder weniger lange neben einander her, vereinigen sich alsdann an einer oft recht unbedeutenden Strecke und treten sofort wieder aus einander, um sich in die Schwanzflosse zu begeben. Hierbei kommt es sowohl dorsal wie ventral zur Bildung von Collectoren, die namentlich bei Rochen stark entwickelt sind. Doch verlaufen auch die Nerven von

mehreren Wirbeln auf weite Entfernungen hin dicht neben einander und verbinden sich entweder gar nicht oder doch nur mittels unbedeutender Anastomosen. Endlich aber wenden sich natürlich die für die Flossen bestimmten Zweige diesen zu. und dabei ergiebt sich das Verhältnis, dass der sensible Theil jedes Zweiges, der ja hinter dem motorischen aus der Wirbelsäule hervortritt, auch an ein weiter hinten gelegenes Segment der Flosse geht. Der Kreuzungspunkt, an welchem allein ein Austausch von sensiblen und motorischen Fasern statthaben kann, liegt ventral oft von dem Ursprunge der beiden Wurzeln weit entfernt; bis zu diesem Punkte kann man auch beide Äste, da sie nur über einander verlaufen, leicht trennen. MOREAU<sup>1</sup> sagt also mit Recht: »ainsi, les deux racines sorties de la moelle, au lieu de se mêler d'une façon presque inextricable pour constituer le nerf mixte. se juxtaposent sans se confondre«.

Je näher man dem Ende des Schwanzes kommt, desto geringfügiger wird die obere Wurzel. Leicht begreiflich. weil wir es hier mehr und mehr mit einem Bewegungsorgané zu thun haben. Schließlich wird sie, nachdem sie schon an den vorhergehenden Segmenten erheblich an Volumen eingeüßt hat, so dünn, dass sie auch bei großen Thieren kaum noch mit bloßem Auge wahrnehmbar ist (Taf. 18 Fig. 13). Noch ein oder zwei Segmente weiter nach hinten tritt in der That keine sensible und nach wiederum einigen Segmenten auch keine motorische mehr aus. So entbehren z. B. bei *Scyllium canicula* wenigstens die 13 letzten Wirbel des erwachsenen Thieres aller Spinalnerven. Indessen bleibt auch bis ganz zuletzt der anatomische Charakter der Wurzeln deutlich gewahrt; somit hat die sensible stets ihr Ganglion. Nur ist dieses nicht mehr rundlich, sondern begleitet jeden Hauptzweig eine Strecke weit und ist darum mehr oder minder dreizipfelig<sup>2</sup>.

Zieht man aus diesen Ermittlungen das Facit, so hat man zwar einige Punkte, welche für meine oben ausgesprochene Ansicht von der Valenz der Halbwirbel sprechen, aber es stehen ihr auch gewichtige Gründe entgegen. Wenn man von dem Ganglion absieht, so kann man

<sup>1</sup> ARMAND MOREAU, Recherches anatomiques et physiologiques sur les nerfs de sentiment et de mouvement chez les poissons. in: Ann. Sc. N. (4) Tome 13. 1860. p. 350—352.

<sup>2</sup> Nach STANNIUS p. 117 besitzen die Gadoiden getrennte Ganglien für den dorsalen und den ventralen Zweig der sensiblen Wurzel; beide Zweige treten aber auch, wie die Abbildung zeigt, aus der Wirbelsäule an verschiedenen Punkten hervor. Ich habe bei Selachiern nichts Ähnliches wahrgenommen.

allerdings die beiden Wurzeln ein und desselben Neurotomes für völlig gleichwerthige Nerven halten, namentlich in Fällen, wie der von *Dasybatis* (s. oben p. 206), wo die Austrittsstellen genau hinter einander liegen. Auch ist der Umstand, dass ein Austausch von Fasern nur in ganz beschränktem Maße stattfindet, und sowohl vor- als auch nachher die beiden Wurzeln ihre getrennten Bahnen durchlaufen, der Deutung von der ursprünglichen Unabhängigkeit derselben nur günstig. Hält man aber jede sogenannte Wurzel eines Spinalnerven für einen selbständigen Nerv, der zu einem eigenen Segmente gehört, so hat man zunächst für den Schwanztheil des Körpers zu erklären, wie die regelmäßige Alternirung von motorischen und sensiblen Nerven aus einem indifferenteren Zustand sich hat entwickeln können. Wäre dies gelungen, was es aber nicht ist, dann würde freilich das Verhalten in der Rumpffregion keine Schwierigkeiten mehr darbieten, da es nur auf eine stärker und stärker werdende Näherung von je zwei Nerven hinauslaufen würde, die mit einer Degradirung derselben zu einfachen »Wurzeln« endete. Dann entspräche also jedes Sklerotom im Bereiche der Leibeshöhle zwei Wirbeln, die entweder zu einem einzigen verschmolzen oder in ihrer heutigen Form, d. h. mit Nervenlöchern, Bögen etc., vielleicht erst dann phylogenetisch sich bildeten, als bereits die Nervenwurzeln und die Ganglien sich fixirt hatten. An sich würde die erstere Annahme auch nicht allzu unwahrscheinlich sein, wenn man an den gänzlichen Ausfall von so vielen Wirbeln denkt, wie er innerhalb der Gruppe der Selachier so manche Form betroffen hat. Ich bin aber weit entfernt davon zu glauben, diese meine Deutung der Halbwirbel und Nervenwurzeln bewiesen zu haben, und gebe sie daher ausdrücklich als eine bloße noch des Beweises bedürftige Vermuthung. Um so mehr fühle ich mich hierzu bewogen, weil ich mit ihr in einen scharfen Gegensatz zu HASSE gerathe und das Argument, welches ihm die Holocephalen zu liefern scheinen, zur Zeit nicht entkräften kann. Jedoch ist auch HASSE'S Stufenleiter: Polyspondylie — Dispondylie — Monospondylie keineswegs völlig sicher, denn genau so gut wie das Wirbelskelett der Holocephalen ein niedrig stehendes sein kann, mag es auch ein niedrig gewordenes sein, was ja GÖRTE annimmt, und auf *Petromyzon* wird sich HASSE wohl selbst nicht mehr berufen wollen.

Den Anstoß zu diesen gewaltigen Verkürzungen, Verschmelzungen etc. hat vielleicht das Verhalten der Musculatur gegeben. Als mit dem Schwunde des Darmes aus dem Schwanztheile dieser in starken Gegensatz zu dem Rumpfe zu treten begann und sich immer mehr zum

alleinig Propulsionsorgan ausbildete, konnten an ihm füglich starke Reductionen der Musculatur nicht wohl vor sich gehen, wie sie an dem Theile, welcher die Leibeshöhle umschloss, geschahen, um für die sich hier allmählich concentrirenden Eingeweide Raum zu schaffen. Ich bringe daher die Verschmelzung der Wirbel am vorderen Körpertheile, die ja am Kopfe noch viel weiter gediehen ist, mit der Sonderung des bis dahin ziemlich gleichmäßig gebauten Stammes in Rumpf und Schwanz in Verbindung und glaube darum auch in dem 1. sogenannten Halbwirbel das Ende der Leibeshöhle markirt zu sehen. Die wenigen Fälle, in denen ich diese Concordanz genau geprüft habe, sind fast alle in zustimmendem Sinne ausgefallen. Natürlich ist das am besten an Embryonen auf gut geführten Sagittalschnitten zu sehen. So z. B. ist bei *Mustelus laevis* der 1. Doppelwirbel der 34., während die Leibeshöhle etwa auf der Höhe des 35. Myotomes zu Ende geht. Dies stimmt so nahe, wie man es bei dieser Untersuchungsart nur erwarten kann. Das Gleiche gilt von *Torpedo*. Bei einem erwachsenen *Centrophorus* ist der 1. Halbwirbel zugleich derjenige, dessen Nerven hinter der Leibeshöhle weg verlaufen. Auch beim Embryo von *Acanthias* und von *Carcharias* ist dies der Fall. Dass bei *Heptanchus* der 1. Doppelwirbel an drei Exemplaren der 55., 57. und 58. war, möchte ich darauf zurückführen, dass gerade hier wegen der wenig scharf abgegrenzten Wirbel die Bestimmung leicht unsicher wird. Ich will aber nicht unerwähnt lassen, dass bei *Spinax* die mit dunklem Pigmente versehene Auskleidung der Leibeshöhle bereits in der Höhe des 36. Wirbels ein Ende nimmt, während die Halbwirbel erst mit dem 43. beginnen. Vielleicht liegt aber hier eine nachträgliche Verkürzung des Coeloms vor und hat der Embryo noch die ursprünglichen Verhältnisse aufzuweisen.

### Bau und Function der unpaaren Flossen bei den einzelnen Gruppen der Haie.

Viele Einzelheiten, welche in den früheren Abschnitten gar nicht oder nur cursorisch erwähnt werden konnten, sollen jetzt besprochen werden. Ich gebe zunächst eine Tabelle, aus der die Lagerungsbeziehungen der Flossen zum Achsenskelette deutlich hervorgehen. In einigen Fällen habe ich aus Mangel an geeignetem Materiale nicht alle Punkte erledigen können, muss also das betreffende Fach unausgefüllt lassen. Auf die Stellung des vordersten Knorpels jeder Flosse lege ich

um desswillen Gewicht, weil sich ihre Werthigkeit leichter daraus erkennen lässt, als wenn man die Innervirung zu Grunde legt. Abgesehen davon, dass das Präpariren der Nerven besseres Material und mehr Kunstfertigkeit voraussetzt als das Skeletiren, muss ich bemerken, dass es ungemein schwierig ist mit Sicherheit zu sagen, welches der 1. in eine Flosse eintretende Nerv ist; dies liegt einfach daran, dass, wie schon oben p. 235 gezeigt, die Collectoren von den eigentlich wohl weit vorher verlaufenden Nerven Zweige in die Flosse hineinführen. Natürlich ist in einzelnen Fällen auch die Angabe des senkrecht unter dem 1. Flossenknorpel gelegenen Wirbels nicht leicht, namentlich wenn das Flossenskelett nicht mehr die ursprüngliche Form besitzt; indessen da es sich stets nur um annähernd genaue Zahlen handelt, auch individuelle Varianten genug vorkommen, so ist der Fehler nicht beträchtlich. Am sichersten würde man freilich verfahren, wenn man die Myotome bestimmte, von welchen sich Knospen in die Flossen begeben; aber einmal lassen sich die geeigneten Embryonen meist nicht beschaffen und dann ist auch diese Methode z. B. bei *Centrina* nicht anwendbar. Die Anzahl der Wirbel ließ sich oft nicht genau ermitteln, weil der Endabschnitt der Wirbelsäule nicht gegliedert ist. Besonders auffällig ist dies bei *Heptanchus*, wo nach der Anzahl der Strahlen in der Caudalis ventralis zu urtheilen 15 bis 20 Wirbel ein langgestrecktes einheitliches Stück bilden. Die Stellung des Flossenskelettes habe ich auf den 1. Halbwirbel bezogen und die nach vorn von ihm gelegenen Wirbel mit —, die nach hinten mit + gezählt. Mehrfache Zahlen zeigen die individuellen Schwankungen an.

Familie (Flossen)	Name	Wirbel		bei der					in die					Bezeichnung der Nerven, welche direct oder mittelst eines Collectors eintreten				
		ganze <sup>6a</sup>	halbe <sup>6a</sup>	Summa	Dors. I	Dors. II	Dors. III	Dors. IV	Dors. V	Anal. dors.	ventr.	dors.	Dors. I		Dors. II	Dors. III	Dors. IV	Dors. V
Seyllidae (D <sup>2</sup> , D <sup>4</sup> , A)	<i>Seyllium stellare</i> L.	41	90	134+x	fehlt	-1; 0	fehlt	+25; +26	fehlt	+13; +15	+38	+46	fehlt	42-49; 41-47	fehlt	56-59; 55-59	fehlt	49-58; 50-58
	<i>Seyllium canicula</i> L.	36	82	118+x	fehlt	+5; +4	fehlt	+25; +25	fehlt	+16	+41; +43	+46	fehlt	37-40	fehlt	48-53; 49-52	fehlt	43-50; 43-45
	<i>Pristurus melanostomus</i> Raf.	39	103	142+x	fehlt	-1; 0	fehlt	+28	fehlt		+37; +40	+45	fehlt	36-42	fehlt	53-56; 52-55	fehlt	
Notidanidae (D <sup>2</sup> , A)	<i>Heptanotus cinereus</i> M. H.	55-58	78	133- 136+x	fehlt	-4	fehlt		fehlt		+30?		fehlt	52-60	fehlt	fehlt	fehlt	57-64
	<i>Mustelus laevis</i> Risso	33; 34	100	133; 134	-15	fehlt	+17	fehlt	fehlt	+29	+47	+52	fehlt	18-28; 16-33	fehlt	fehlt	fehlt	44-49
Carchariidae (D <sup>1</sup> , D <sup>3</sup> , A)	<i>Mustelus vulgaris</i> M.H.	38	111	149	-19	fehlt	+23	fehlt	fehlt	+29	+53	+61	fehlt	? -32	fehlt	fehlt	fehlt	
	<i>Galeus canis</i> Rond. (Embryo)	39	91	130	-17	fehlt	+18	fehlt	fehlt		+46		fehlt		fehlt	fehlt	fehlt	
	<i>Carcharias glaucus</i> Rond. (Embryo)	88	148?	236?	-33	fehlt	+29	fehlt	fehlt		+59	+36	fehlt	51-66?	fehlt	100- 106?	fehlt	53-64
Laemargidae (D <sup>1</sup> , D <sup>2</sup> )	<i>Zygacoma malleus</i> Risso	67	137	204	-38	fehlt	+15	fehlt	fehlt	+9	+21	+25	fehlt	23-53	fehlt	69-77	fehlt	
	<i>Seymurus tichia</i> Cuv.	42	44	86	-20	-3	fehlt	fehlt	fehlt		+11	+25	fehlt	22-25	35-42	fehlt	fehlt	
Sphinaeidae (D <sup>1</sup> , D <sup>2</sup> oder D <sup>1</sup> , D <sup>3</sup> )	<i>Sphinae niger</i> Bon.	41; 42	39	50; 81	-28; -27	-3; -4	fehlt	fehlt	fehlt		+13	+14?	fehlt			fehlt	fehlt	
	<i>Centrina Subitani</i> Risso	46	47	93	-27	-2	fehlt	fehlt	fehlt		+18	+22	fehlt	8-23		fehlt	fehlt	
	<i>Acanthias Blainvillii</i> Risso	38?; 40	68	106 + x; 108	-21; -23	fehlt	+17?; +18	fehlt	fehlt	fehlt	+38?; +39	+45?; +41	fehlt	8-28	fehlt	14-50	fehlt	
Rhinidae (D <sup>3</sup> , D <sup>4</sup> )	<i>Acanthias vulgaris</i> Risso (Embryo)	48	67?	115?	-25	fehlt	+13	fehlt	fehlt		+28	+38	fehlt		fehlt	fehlt	fehlt	
	<i>Centrophorus granulosus</i> Bl. Schn.	56	62	118	-33	fehlt	+8	fehlt	fehlt		+31	+50	fehlt	10-32	fehlt	55-61	fehlt	
	<i>Squatina α</i> (Embryonen und Erwachsene)	43-44	73-80	116- 124	fehlt		+12bis +15	+29; +31	fehlt	fehlt								
Rhinobatidae	<i>Squatina β</i> (Embryonen)	50; 51; 53	100- 97?	150?	fehlt	fehlt	+19; +23	fehlt	+38; +42	fehlt								
	<i>Rhinobatus Celannae</i> M. H.	54	145	199	fehlt	fehlt	+30	+70*	fehlt		+102	+104	fehlt					
Rajidae	<i>Dasybatis clavata</i> Blainv.	55	94	149	fehlt	fehlt	fehlt	**	fehlt				fehlt					
	<i>Torpedo ocellata</i> Rud.	41	73	114 +x	fehlt	fehlt	+10; +12	+25; +29	fehlt	fehlt	+47	+45; +50	fehlt					
Torpedinidae	<i>Torpedo marmorata</i> Risso	40	63	103	fehlt	fehlt	+11	+23	fehlt	fehlt	+37	+43	fehlt					

\* ist eigentlich eine 6. Dorsalis; vgl. oben p. 260.  
 \*\* die Zahlen für die beiden Flossen sind + 53 + 63?; vgl. oben p. 260.

### 1. Die Notidaniden.

Nur eine einzige, und zwar die 2. Dorsalis. Analis vorhanden.

*Heptanchus (Notidamus) cinereus* M. H. Untersuchung an 2 Exemplaren, beide über 1 m lang. Die Dorsalis entspricht wahrscheinlich 10 Wirbeln. Ihr Skelett und das der Analis zeichnet sich dadurch aus, dass die Basalia zu zwei Platten verwachsen sind; nur wenige bleiben frei.

MIVART p. 443 giebt für die Dorsalis 19 Knorpel an: seine Abbildung stimmt ziemlich zu den meinigen (Taf. 17 Fig. 12—14). Die Analis hat nach ihm 18 Knorpel, in meinem Exemplare erheblich weniger. HASWELL verzeichnet p. 92 für die Dorsalis »about 17« Knorpel.

### 2. Die Scylliiden.

Hier tritt zu der bei den Notidaniden vorkommenden 2. Dorsalis noch eine 4. ungefähr gleich große weiter nach hinten, die entweder auf der Grenze von Rumpf und Schwanz oder ganz am Beginn des letzteren steht. Analis meist sehr lang. Vor der 2. Dorsalis bei jungen Exemplaren eine Anzahl Parapodialzähne (s. oben p. 228).

*Pristiurus melanostomus* Raf. Die 2. Dorsalis hat 14, die 4. 15 Knorpelstrahlen, was der Zahl von 7 resp.  $3\frac{3}{4}$  Neurotomen entspricht, während die 4. Dorsalis 4 Neurotome verlangt. Es wäre also der letzte Knorpel als ausgefallen zu betrachten. Die Analis hatte an zwei Exemplaren 42 Knorpelstrahlen =  $10\frac{1}{2}$  Neurotomen. Jeder Strahl besteht im Maximum aus 3 Gliedern. Länge der Wirbelsäule von Wirbel 1 bis 39 bei 3 Exemplaren 107, 113, 103, von da bis zum Ende 172, 190, 171 mm, mithin Rumpf : Schwanz in Länge ungefähr = 3 : 5.

*Scyllium stellare* L. Die beiden Dorsales haben je 14 Knorpel (Taf. 19 Fig. 1), die Analis hat 28 bis 30. Gliederung derselben wie bei der folgenden Species. GÜNTHER giebt p. 403 die Anzahl der Wirbel auf 134 an, davon 61 vor der Analis, was zu meinen Zahlen ziemlich stimmt. SCHULTZE (DUMÉRIL p. 13) hat die Zahlen  $37 + 85 = 122$ : natürlich kann dies nur *Scyllium canicula* sein. CUVIER'S Angabe  $57 + 72 = 129$  ist unrichtig, während DUMÉRIL selbst (p. 14) mit  $44 + 81 = 125$  einigermassen im Recht ist.

*Scyllium canicula* L. Die 2. Dorsalis hat 12—13, die 4. 11—13, die Analis 26—27 Knorpelstrahlen. Da alle in den Schwanztheil fallen, so entspräche dies  $3\frac{1}{4}$  resp.  $6\frac{3}{4}$  Neurotomen. An zwei Exemplaren fand ich die Innervirung wie folgt: für die 2. Dorsalis 37.—40.,

für die Analis 44.—50. oder 43.—48., für die 3. Dorsalis 48.—52. oder 49.—52., was also zum Theil auf mehr Nerven, als Knorpel vorhanden sind, hindeutet. MIVART giebt p. 445 für die 2. Dorsalis (von ihm natürlich als 1. bezeichnet) 12 Knorpel an, deren Form aber durchaus nicht zu meinen Beobachtungen stimmt. Ich glaube auch kaum, dass die Variationen so bedeutend sind. Vgl. mit Bezug hierauf Taf. 17. Fig. 16—18 von der 4. Dorsalis.

### 3. Die Scylliolamniden.

2. und 4. Dorsalis? Analis nicht zwischen ihnen, sondern hinter der 4., dicht vor der Caudalis.

*Cheiloscyllium ocellatum* L. MIVART giebt p. 447 für die 2. Dorsalis 13 Mittelglieder an. Nach der Abbildung in MÜLLER und HENLE ist der Schwanz im Verhältnis zum Rumpfe viel länger als er sonst in dieser Gruppe vorkommt.

*Ginglymostoma cirratum* L. Nach MIVART p. 446 hat die 2. Dorsalis 14 Strahlen. Sie ist hoch; manche Knorpel sind fünfgliedrig.

*Crossorhinus barbatus* L. Nach HASWELL p. 97 hat die 2. Dorsalis 14, die 4. gleich der Analis 15 Strahlen.

### 4. Die Carchariiden.

Es ist eine 1. und 3. oder 4. Dorsalis, so wie eine Analis vorhanden, jedoch sind die beiden letztgenannten sehr klein. Alle drei Flossen sind lediglich Bewegungsorgane: ihr Skelett besteht wie das der früher besprochenen Formen nur aus Knorpeln ohne Stacheln.

*Carcharias glaucus* Rond. Ich habe nur zwei Embryonen von etwa 40 cm Länge untersuchen können. bei denen alle fünf Kiemenbögen vorn mit Anfängen von Kiemen besetzt, hinten ganz glatt waren. Der Rumpf war länger als der Schwanz; dies Verhältnis scheint nach der Abbildung in MÜLLER und HENLE auch bei den Erwachsenen dasselbe zu sein. Über die Anzahl der Wirbel vgl. oben p. 257.

*Carcharias (Eulamia) Milberti* Gill. THACHER giebt p. 290 für die drei Flossen 29, 14 und 18 Strahlen an.

*Galeocerdo tigrinus* M.H. Nach THACHER (p. 290) sind die Zahlen für die Flossenknorpel 25, 13, 12.

*Zygaena malleus* Risso. MIVART verzeichnet p. 439 für die 1., un-  
gemein hohe Dorsalis 29 Strahlen, THACHER hat p. 290 dagegen 34 (33),  
für die 3. Dorsalis 14 und für die Analis 27. Vgl. hierzu meine Ab-

bildung auf Taf. 18 Fig. 8, welche 13 resp. 24 ergibt. In der Caudalis ventralis sind die Knorpel sehr lang und geschwungen: auf jeden Wirbel kommt einer. Die Caudalis dorsalis ist viel kürzer; vorn hat sie auf jeden Wirbel 2, in der Mitte 1, hinten oft auf je 2 Wirbel nur 1 Knorpel.

*Zygaena tibur* L. Hat nach CUVIER 40 + 107 Wirbel.

### 5. Die Musteliden.

Sie verhalten sich in ihren Flossen ähnlich den Carchariiden, denen sie überhaupt nahe zu stehen scheinen. Die Dorsales sind die 1. und 3.

*Galeus canis* Rond. Ich untersuchte einen Embryo von etwa 30 cm Länge. Auch hier war der Rumpf etwas länger als der Schwanz. Die 1. Dorsalis schien nur 8, die 3. nur 6 Wirbeln zu entsprechen. Nach GÜNTHER p. 379 hat das erwachsene Thier 140 Wirbel.

*Mustelus*. Ich habe die beiden Arten *laevis* Risso und *vulgaris* M. H. sowohl an erwachsenen Thieren als auch an Jungen und an Embryonen studiren können. Anfänglich habe ich JOHANNES MÜLLER'S Angaben über letztere behutsam aufgenommen, weil die Unterscheidung der Arten an Erwachsenen nicht leicht ist und mir speciell noch durch den Umstand erschwert wurde, dass die Thiere von den Fischern meist einzeln gebracht wurden, somit ein Vergleich sich nur schwierig ausführen ließ. Ich habe daher zunächst ganze Gelege von Embryonen auf die Richtigkeit von J. MÜLLER'S Merkmalen geprüft und dann auch die zugehörigen Mütter mit Hilfe des BONAPARTE zu bestimmen versucht. In der That ist die Färbung der Schwanzflosse bei älteren Embryonen ganz constant und giebt ein gutes Kennzeichen ab. Hierbei fiel mir mehrere Male auf, dass von den etwa zehn Individuen ein und desselben Geleges beider Arten eins ein Zwerg war. T. J. PARKER hat dieselbe Beobachtung gemacht<sup>1</sup>.

a) *Mustelus vulgaris* ist der phylogenetisch ältere, weil es bei ihm noch nicht zur Bildung einer Dottersackplacenta gekommen ist. Die 1. Dorsalis enthält 24, die 3. ebenfalls 24 und die Analis 15 Knorpel, jedoch habe ich auch die Zahlen 22, 17, 15 (Taf. 17 Fig. 11) gefunden, so dass große Variabilität zu herrschen scheint. Die Abbildung nach MOLIN in HUBRECHT Taf. 10 Fig. 5 hat für die 3. Dorsalis 21, für die Analis 22 Knorpel.

<sup>1</sup> T. JEFFERY PARKER, On the gravid uterus of *Mustelus antarcticus*. in: Trans. N. Zealand Inst. Vol. 15. 1883. p. 219—222 T. 30.

b. *Mustelus laevis*. Die 1. Dorsalis enthält 22, die 3. ebenfalls, die Analis nur 20 Strahlen, was auf 11, resp.  $5\frac{1}{2}$ , resp. 5 Neurotome schließen lässt. Präparation eines ziemlich großen Exemplares ergab für die 1. Dorsalis die Nerven 1S—2S, was stimmt, für die 3. Dorsalis 41—47 und für die Analis 44—49, also mehr Nerven als für die Knorpel verlangt werden. Nach Sagittalschnitten durch einen Embryo hat die 1. Dorsalis 22 Muskelknospen, die 3. zu derselben Zeit erst 16. Andere erwachsene Exemplare ergaben die Zahlen 24, 24, 17 resp. 32, 22, 19 resp. 24, 22, 21.

c. *Mustelus antarcticus* Gthr. Nach MIVART p. 441 besitzt die 1. Dorsalis 24 Mittelglieder.

d. *Mustelus canis* der Amerikaner, nach GÜNTHER wohl synonym *vulgaris* oder *laevis*, hat nach THACHER p. 290 die Zahlen 24 (22—25), resp. 24 (22—26) und 18 (17—19).

## 6. Die Lamniden.

Analis vorhanden. — Ich habe hier nur einige Angaben aus der Litteratur vorzulegen.

*Lamna cornubica* L. Wirbel nach GÜNTHER (p. 390) 155, davon 74 vor der hinteren Dorsalis; nach CUVIER (p. 232)  $70 + 80 = 150$ . Hiernach würde diese Dorsalis eine 2. sein. Dagegen hat DUMÉRIL (p. 14) die Zahlen  $57 + 71 = 128$ , was gar nicht dazu passt. MIVART (p. 440) giebt der 1. Dorsalis 24 Knorpel.

*Carcharodon Rondeletii* M. H. Für die 1. Dorsalis hat HASWELL (p. 57) »about 2S«, für die beiden anderen Flossen »few irregular« Knorpel.

*Alopias vulpes* L. Nach CUVIER (p. 232) Wirbel =  $95 + 270 = 365$ , nach GÜNTHER (p. 518) nur 364.

*Eugomphodus litoralis* Gill. (= *Odontaspis americanus* Mitch.). Nach THACHER (p. 290) sind die Zahlen für die Flossenknorpel 17, 17, 21.

## 7. Die Cestraciontiden.

Analis hinter den Dorsales. Diese mit Stacheln.

*Cestracion Philippii* Bl. Schn. Nach GÜNTHER (p. 415) beläuft sich die Anzahl der Wirbel auf 110, davon 14 vor dem Stachel der 1. Dorsalis, 32 zwischen diesem und dem der hinteren Dorsalis, und 64 dahinter.

## 8. Die Pristiophoriden.

Analisis fehlt.

*Pristiophorus cirratus* Latham. »The unpaired fins present broad plate-like basal cartilages closely united with the vertebrae.« HASWELL p. 100.

*Pristiophorus japonicus* Gthr. Nach der Abbildung bei MIVART (Taf. 47 Fig. 6 u. 7) sind in beiden Dorsales je 15 Knorpel vorhanden, die mittels zweier breiter Platten der Wirbelsäule angeheftet sind.

## 9. Die Laemargiden.

Hier ist eine 1. und 2. Dorsalis vorhanden. Analisis fehlt.

*Scymnus lichia* Cuv. Das Skelett der Flossen besteht bei den ausgewachsenen Thieren im Wesentlichen aus einer großen und einigen kleinen Basalplatten, die schräg nach hinten zwei Reihen von Knorpeln tragen. Mit der Wirbelsäule geht es aber keine feste Verbindung ein (Taf. 18 Fig. 9).

## 10. Die Squatiniden.

Analisis fehlt; die Dorsales stehen sehr weit hinten.

*Squatina*. Nach SCHULTZE (DUMÉRIL p. 13) besitzt sie 41 + S3 = 124 Wirbel, während sowohl VAN DER HOEVEN als auch DUMÉRIL selber nur 117 Wirbel angeben. Sämtliche Autoren nennen die Art *Squatina laevis*. Auch ich finde bei der einen von den zwei mir bekannten Species etwa 120, bei der anderen dagegen 150 Wirbel. GÜNTHER hat also Unrecht, wenn er nur eine einzige Art angiebt (p. 430: *Rhina squatina*) und *Squatina angelus* Dum., *oculata* Bp., *aculeata* Cuv. und *fimbriata* M. H. als Synonyma hinzurechnet. Von der einen Art, die ich provisorisch  $\alpha$  nenne, habe ich Thiere von etwa 40 cm und junge Embryonen von 10 cm Länge untersucht; erstere sind ziemlich gleichmäßig braun, letztere haben sehr viele kleine Flecken. Von  $\beta$  mit der größeren Wirbelzahl (vgl. die Tabelle p. 273) lagen mir Embryonen auf drei verschiedenen Altersstufen (Länge 13, 18, 21 cm) vor. Die beiden jüngsten weisen genau die schwarzen Binden von BONAPARTE'S *Squatina oculata* auf, und zwar das allerjüngste im Wesentlichen nur diese, das ältere auch noch die Flecken dazu, welche den Namen veranlassten; dagegen ist bei dem ältesten diese ganze Zeichnung sehr undeutlich geworden, so dass wir es hier jedenfalls nicht mit der *oculata* zu thun haben.

In beiden Arten fängt gleich mit dem Auftreten der Halbwirbel auch der Vorläufer der Dorsalis in Gestalt von langen Knorpelstücken (Taf. 18 Fig. 1) an; wir dürfen daher diese als eine rückgebildete 2. Dorsalis betrachten. Bei  $\alpha$  haben wir ferner 3. und 4., bei  $\beta$  eine 4. und 5. Dorsalis. MIVART (p. 452 Taf. 77 Fig. 5) giebt Beschreibung und Abbildung der vorderen: sie ist aber in so fern verfehlt, als außer den Basalplatten nicht bloß eine, sondern mehrere Reihen Knorpelglieder vorhanden sind. HUBRECHT reproducirt (Taf. 9 Fig. 4) eine MOLIN'sche Abbildung der Knorpel zwischen den beiden Dorsales, die aber sehr schematisch gehalten ist. (Taf. 10 Fig. 3) der Caudalis und (Taf. 11. Fig. 12) der vorderen Dorsalis, die ebenfalls nicht genau ist.

### 11. Die Spinaciden.

Sie zerfallen je nach dem Werthe ihrer hinteren Dorsalis in zwei Gruppen, d. h. in solche mit einer 2. und in solche mit einer 3. Dorsalis. Die Analis fehlt Allen, die 1. Dorsalis ist überall vorhanden und gleich der hinteren mit einem mächtigen Stachel versehen. Der Schwanz ist im Vergleich zum Rumpfe sehr kurz. namentlich bei *Centrina*, wo das Verhältniß etwa 1 : 2 ist.

*Centrina Salviani* Risso. Gleich zu Beginn der Wirbelsäule erhebt sich eine Hautfalte; sie steigt erst langsam, dann rascher zu einer beträchtlichen Höhe an und wird darauf vom Stachel durchbohrt, um hinter ihm rasch niedriger zu werden und mit einem freien Rande von unbedeutender Höhe zu enden (Taf. 19 Fig. 3). Die 2. Dorsalis ist ganz eben so gebaut, nur macht der Stachel in ihr einen anderen Winkel mit der Wirbelsäule, ist nach hinten gerichtet, während der der 1. Dorsalis nach vorn sich wendet. Das erst hinter dem Stachel beginnende Skelett besteht aus wenigen, offenbar durch Verschmelzung aus einer größeren Anzahl hervorgegangenen Knorpeln, die, nach der Anzahl sie bedeckender Muskelbündel zu schließen, bei der 1. Dorsalis wenigstens 9 Wirbeln entsprechen müssen (Taf. 17 Fig. 19). Das gesammte Flossenskelett, den Stachel mit eingeschlossen, ist ohne feste Verbindung mit der Wirbelsäule, was noch auf einen ursprünglichen Zustand schließen lässt. Die Haut zwischen beiden Flossen ist ungemein dick, und das Unterhautbindegewebe füllt in colossaler Ausdehnung die Falte vor dem Stachel völlig aus. Ich möchte daher glauben, diese sei nur dazu vorhanden, um dem Stachel die sonst nicht zu ermöglichende Constanz der Richtung zu gewähren. Activ beweglich ist er nicht, da er jeglicher Musculatur entbehrt, und die schwachen Muskeln hinter ihm können auch

nicht mehr thun als den freien Rand der Flosse bewegen. Ich sehe also in der ganzen Vorrichtung zunächst nur ein wirksames Steuer, will aber nicht leugnen, dass der Stachel auch als Waffe nicht verächtlich ist. — Aus der Embryogenese habe ich nur Weniges mitzuthellen. Nach der Zahl der Myo- und Neurotome zu urtheilen, beginnt die 1. Dorsalis mit dem 19. Segmente, auf welchem sich später der Stachel erhebt; mithin kann die Hautfalte vor ihm erst später entstehen und hat vielleicht mit der Flosse an sich nichts zu thun. Auch legt sich die Musculatur von vorn herein lediglich hinter dem Stachel an; Rückbildungen von Belang finden also nicht statt. Der Stachel ist übrigens nicht hohl, wie dies HUBRECHT<sup>1</sup> angiebt, sondern solid, besteht aus Knorpel und hat nur einen dünnen Schmelzüberzug. Letzterer entsteht an der Spitze zuerst, indem hier eine Hautfalte sich einstülpt (Taf. 17 Fig. 15 von *Centrophorus?*), und wird auch hier am dicksten. Vgl. hierzu Taf. 17 Fig. 19 u. 20 sowie das bei *Acanthias* Gesagte.

*Spinax niger* Bon. MIVART giebt Beschreibung und Abbildung (p. 451, Taf. 77 Fig. 4) des Skelettes der 1. Dorsalis, die nicht ganz mit dem, was ich selbst gesehen, übereinstimmt. Ich untersuchte zwei Exemplare, eins von 16,5 und ein anderes von 24 cm Länge. Die hintere Dorsalis ist größer als die vordere, auch ihr Stachel ist bedeutend länger und ihr Knorpelskelett besser entwickelt. Der Stachel, vor welchem kein Knorpel vorhanden ist, sitzt der Wirbelsäule auf, ist nicht hohl und steht hinten mit dem Basalknorpel in Zusammenhang. Sein Schmelz ist vorn stärker als hinten und hört in etwa  $\frac{2}{3}$  der Länge fast ganz auf.

*Acanthias Blainvillei* Risso. Wie DUMÉRIL (l. p. 227 c. p. 146) angiebt, bedienen sich nach COUCH (Hist. Fish. British Isl. Vol. 1 p. 51) die *Acanthias* ihrer Rückenstacheln zur Vertheidigung, so dass die Fischer sich beim Fange sehr in Acht nehmen. In Neapel fürchtet man sie nicht sonderlich, während man dagegen vor dem Stachel von *Trygon* große Scheu hat, da er giftig zu sein scheint. Die vordere Dorsalis ist mit der Wirbelsäule weniger fest verbunden als die hintere (Taf. 18 Fig. 5 u. 7), hat auch vor dem Stachel keinen Knorpel, was dagegen bei letzterer der Fall ist. Die Abbildung, welche MIVART (Taf. 77 Fig. 1) giebt, stimmt

<sup>1</sup> l. p. 243 c. p. 76: »Außerdem ist die abgestumpfte Basis dieser Haistacheln durchbohrt und führt in einen den ganzen Stachel bis an seine Spitze durchsetzenden Canal, die Pulpahöhle.« Dieser Passus scheint DUMÉRIL entlehnt zu sein; dagegen ist dieser an dem Zusatz unschuldig, welchen wir bei HUBRECHT finden, dass nämlich auch die Anals einen Stachel besitze.

mit der meinigen ziemlich überein. Die Schmelzschicht lässt sich mit Leichtigkeit von dem Stachel entfernen, so dass seine knorpelige Basis zurückbleibt (Taf. 18 Fig. 6). Auch THACHER hat an den Flossen von *Acanthias americanus*, welche er abbildet, zum Theil die Schmelzschicht entfernt. — Der Collector für die 1. Dorsalis reichte in dem einen von mir darauf untersuchten Exemplare vom 5. bis zum 25. Nerven; auf dem Hauptknorpel waren große Plexus vorhanden. — Die Caudalis hat in ihrem dorsalen Theile ungemein hohe Knorpel, die an der Basis sehr dünn beginnen und sich dann rasch verdicken. Im ventralen Theile ist bei den acht vordersten Knorpeln das freie Ende in der Quere schaufelförmig verbreitert.

*Centrophorus granulosus* Bl. Schn. Der Stachel verhält sich ähnlich dem von *Acanthias*. Bei älteren Embryonen stülpt er die Haut vor sich her und erzeugt so eine Art Schutzkappe, die wohl den Uterus der Mutter vor Verletzungen bewahren kann (Taf. 17 Fig. 21). Bei einem jüngeren Embryo sieht man deutlich noch den Zusammenhang des Stachels mit dem folgenden Knorpel und das Einwachsen der Hautfalte, welche den Schmelz erzeugt (Taf. 17 Fig. 15).

Neapel, Ende Mai 1885.

## Erklärung der Abbildungen.

### Tafel 15.

Fig. 1—5 und 10 von *Scyllium canicula*, Fig. 6—9 von *Scyllium stellare*.

- Fig. 1. Embryo zur Veranschaulichung der Hautsäume vor den Flossen. Die Parapodoide sind nur angedeutet. Vergr. 3/1.
- Fig. 2 und 3. Älterer Embryo zur Demonstration der paaren Hautzähne vor der vorderen Dorsalis so wie der Parapodoide. Die eigenthümliche, äußerst regelmäßige Fleckenzeichnung wird auf späteren Stadien immer undeutlicher. Die Hinterränder der Flossen sind zerschlitzt. Vergr. 2/1.
- Fig. 4 und 5. Eben ausgeschlüpftcs Thier. Natürliche Größe.
- Fig. 6. Embryo ähnlich dem von Fig. 2. Natürliche Größe.
- Fig. 7. Schwanzende eines reichlich 40 mm langen Embryo zur Veranschaulichung der Parapodoide. Rücken rechts. Vergr. etwa 12/1.
- Fig. 7a. Anordnung der Parapodoide auf einem späteren Stadium.
- Fig. 8 und 9. Schwanzende junger Thiere zur Demonstration der Verschiebungen beim Wachsthum. Natürliche Größe.
- Fig. 10. Schwanzende eines halberwachsenen Thieres. Zeigt den Schwund der Hinterränder sämmtlicher Flossen. Vgl. Fig. 3 und 5. Natürliche Größe.

- Fig. 11. Stück eines Schnittes durch einen Embryo von *Mustelus (vulgaris?)* zur Veranschaulichung der Muskelknospen in der vorderen Dorsalis. Der nicht genau sagittale Schnitt hat vorn das Rückenmark, hinten die Spinalganglien getroffen. *m* = Myotome. Vergr. 25/1.
- Fig. 12. Dasselbe auf einem jüngeren Stadium, in welchem die hintere Dorsalis noch keine Muskelknospen besitzt.
- Fig. 13 und 14. Vordere und hintere Dorsalis eines Embryo von *Pristiurus*. Ansicht von der Oberfläche, um die Ablösung der Muskelknospen von den Myotomen zu zeigen. Das Mesoderm in den Flossen ist durch einen dunklen Ton wiedergegeben. Vergr. 25/1.
- Fig. 15. Stück eines Schnittes durch einen Embryo von *Torpedo ocellata*. Die Muskelknospen für die vordere Dorsalis lösen sich von den Myotomen ab. *L* = Leibeshöhle. Vergr. 25/1.
- Fig. 16. Stück eines Schnittes durch einem Embryo von *Scyllium stellare*. Die primären Knospen in der hinteren Dorsalis vermehren sich durch Theilung. Vergr. 45/1.
- Fig. 17. Ende des Rumpfes und Anfang des Schwanzes eines Embryo von *Pristiurus* zur Demonstrirung der Muskelknospen zwischen Brust- und Bauchflosse und hinter der letzteren. Bei der Einstellung des Tubus auf die paaren Flossen sieht man die Muskelknospen der vorderen Dorsalis in Verkürzung; auch sind desswegen die dorsalen Grenzen der Myotome andere als in Fig. 13, wo der Tubus auf die unpaare Flosse eingestellt ist. Vergr. 22/1.
- Fig. 18. Dasselbe von *Mustelus*, aber ein jüngeres Stadium. Vergr. 22/1.

#### Tafel 16.

Fig. 1, 3, 4, 7, 8, 13, 14 von *Scyllium canicula*, die anderen von *Scyllium stellare*.

In allen Figuren sind die Muskeln roth (die embryonalen überdies noch gestrichelt), die Nerven gelb, die Hornfasern und Knöpfe schwarz gefärbt, sind die Knorpel durch Punktirung, die Gefäße durch Schraffirung und (mit Ausnahme von Fig. 9, 10, 16, 17) die dichteren Mesodermportionen durch einen dunklen Ton bezeichnet. *S* oder *s* = Seitenlinie.

Die Schnitte von *Scyllium stellare* auf Taf. 16 und 17 ergeben nach dem Alter der Embryonen folgende Reihe: 17 3; 8, 10; 16 6, 12, 15; 5, 17, 17 1, 6, 7; 16 9, 17 2; 16 10, 11; 2, 16, 18, 17 4, 9.

- Fig. 1. Schrägschnitt durch ein junges Thier, parallel zu den Knorpeln der Caudalis ventralis. Vergr. 9/1.
- Fig. 2. Entsprechender aber genau quer gerichteter Schnitt durch einen Embryo von 64 mm Länge. In der Rückenmarke eine Riesenzelle. Die hauptsächlichsten Bindegewebssepta sind durch einen dunklen Ton hervorgehoben. Hornfäden in Caudalis dorsalis und ventralis schräg getroffen. Von letzterer ist nur ungefähr die Hälfte gezeichnet. Vergr. 45/1.
- Fig. 3. Wie Fig. 1, nur weiter nach hinten und parallel zu den Knorpeln der Caudalis dorsalis.
- Fig. 4. Querschnitt durch einen Embryo von 26 mm Länge. In der Caudalis ventralis und dem vor der dorsalis gelegenen Hautsaume zeichnet sich die Membrana basilaris der Epidermis durch ihre Dicke aus; die Hornfäden sind noch nicht angelegt. Vergr. 45/1.

- Fig. 5. Querschnitt durch einen Embryo von 32 mm Länge. Der dorsale Verschluss des Wirbelcanals so wie die Enden der Hämalfortsätze und der Knorpel *k* der Caudalis ventralis sind noch in der Bildung begriffen. Vergr. 80/1.
- Fig. 6. Querschnitt durch einen Embryo von 18 mm Länge. Das Epithel der Flossenanlagen ist noch einschichtig, der postanale Darm noch mit weitem Lumen versehen. Vergr. 80/1.
- Fig. 7. Theil eines Querschnittes durch einen Embryo, der etwas jünger ist als der von Fig. 4. Zeigt bei *a* die Abortivknospen zwischen den beiden Dorsales. Vgl. Fig. 14. Vergr. 80/1.
- Fig. 8. Schrägschnitt durch den Embryo von Fig. 4, parallel zu den Hornfäden der 2. Dorsalis, mithin fast senkrecht auf die der Analis. Vergr. 45/1.
- Fig. 9. Querschnitt durch einen Embryo, der etwas älter ist als der von Fig. 5. Die unterste Schicht der Epidermis ist durch einen dunklen Ton hervorgehoben. Man sieht die Beziehungen der Muskelknospen zu den Anlagen der Hautknöpfe. Vgl. Taf. 17 Fig. 2. Vergr. 60/1.
- Fig. 10 und 10a. Horizontalschnitte durch einen Embryo von 45 mm Länge; der erste trifft die dorsale, der zweite die ventrale Knopfreihe. Die ganze Epidermis ist dunkel gehalten. Vergr. 25/1.
- Fig. 11. Horizontalschnitt durch die vordere Dorsalis desselben Embryo. Vergrößerung 25/1.
- Fig. 12. Querschnitt durch den Embryo von Fig. 6 dicht hinter dem After. Vergr. 80/1.
- Fig. 13. Theil eines Querschnittes durch den Embryo von Fig. 7. Die embryonalen Muskeln sind Enden der Myotome, keine Knospen. Vergr. 80/1.
- Fig. 14. Querschnitt durch denselben Embryo in der Höhe der vorderen Dorsalis; zeigt die Muskelknospen. Vgl. Fig. 7. Vergr. 80/1.
- Fig. 15. Querschnitt durch den Embryo von Fig. 6, aber mehr nach vorn. Bei *p* Rest des postanalen Darmes. Vergr. 80/1.
- Fig. 16. Querschnitt durch den Embryo von Fig. 2. Die Knöpfe liegen frei; das Nervenrohr ist dorsal offen; die unterste Schicht des Epithels ist dunkel gehalten. Vergr. 60/1.
- Fig. 17. Querschnitt durch den Embryo von Fig. 5. Die unterste Schicht des Epithels ist dunkel gehalten; auf der rechten Seite bei *L* ein künstlicher Spalt in der Haut. Vergr. 80/1.
- Fig. 18. Theil eines Querschnittes durch den Embryo von Fig. 2. Die hintere Dorsalis ist schräg getroffen. Unter dem Epithel hier und da Anlagen von Hautzähnen. Vergr. 16/1.

## Tafel 17.

Fig. 1—4, 6—10 von *Scyllium stellare*, Fig. 5 von *Scyllium canicula*.

- Fig. 1. Theil eines Querschnittes von Fig. 6. Vergr. 450/1.
- Fig. 2. Dessgleichen von Taf. 16 Fig. 9. Die Zellen der Muskelknospe sind dunkel gehalten. Stadium jünger als das von Fig. 1, obwohl Embryo älter (vgl. Text p. 222). Vergr. 450/1.
- Fig. 3. Theil eines Querschnittes durch einen Embryo von etwa 12 mm Länge. Das Rückenmark liegt der Haut noch unmittelbar an. Vergr. 225/1.

- Fig. 4. Theil eines Schnittes wie der auf Taf. 16 Fig. 18 abgebildete. Zeigt die fertigen Hornfäden *h*. Bei *v* eine Vacuole. Vergr. 450/1.
- Fig. 5. Theil eines Schnittes wie der auf Taf. 16 Fig. 8 abgebildete. Zeigt die Bildung der Hornfäden. Epithel zum Theil von der Bindegewebsschicht abgelöst. Vergr. 450/1.
- Fig. 6. Querschnitt durch den Embryo von Taf. 16 Fig. 5, aber weiter nach hinten als der auf Taf. 16 Fig. 17 abgebildete. Vgl. Fig. 1. Das Rückenmark *N* ist durch ein Häufchen Zellen repräsentirt. *ch* = Chorda, *g* = Gefäße. Vergr. 120/1.
- Fig. 7. Theil eines Querschnittes durch den Embryo von Taf. 16 Fig. 5, aber weiter nach vorn. Zeigt die Rückbildung des Hautsaumes vor der *Caudalis ventralis*. Vergr. 450/1.
- Fig. 8 und 10. Dorsaler und ventraler Theil eines Querschnittes durch einen sehr jungen Embryo in der Höhe des Enddarmes *d*. Epithel bereits mehrschichtig. Vergr. 450/1.
- Fig. 9. Theil eines Querschnittes durch den Embryo von Taf. 16 Fig. 2, etwas nach vorn von dem auf Taf. 16 Fig. 16 abgebildeten. Zeigt die Beziehungen zwischen Hornfäden und Hautknopf. Tiefste Lage der Epidermis dunkel gehalten. Vergr. 120/1.
- 
- Fig. 11. Hintere Dorsalis und Analis von *Mustelus vulgaris*. Abnormes Skelett. Natürl. Gr.
- Fig. 12 und 13. Analis und Dorsalis von *Heptanchus*. Nat. Gr.
- Fig. 14. Dorsalis eines anderen Exemplares von *Heptanchus*. Nat. Gr.
- Fig. 15. Schnitt durch die hintere Dorsalis eines jungen Embryo von *Centrophorus*? Der Stachelknorpel wird bereits an der Spitze von einer Hautfalte umgeben. *G* = Gefäße, *N* = Rückenmark. Vergr. 8/1.
- Fig. 16—18. Zweite Dorsalis von drei Exemplaren von *Scyllium canicula*. 16 und 17 von jungen Thieren (Vergr. 9/1), 18 von einem Embryo (Vergr. 15/1).
- Fig. 19 und 20. Horizontalschnitte durch die 1. Dorsalis eines Embryo von *Centrina*. Schnitt 19 ist näher der Basis geführt, als 20, wo bereits das Email (*E*) gebildet ist und hinten auch die Hornfäden getroffen sind. *m* = Muskeln. Vergr. 8/1.
- Fig. 21. Hintere Dorsalis eines alten Embryo von *Centrophorus*?, um die Schutzkappe des Stachels zu zeigen. Nat. Gr.

#### Tafel 18.

Die Querschnitte der Wurzeln der Spinalnerven sind durch schwarze Punkte wiedergegeben. *o* obere, *u* untere Wurzel. *b* Bogen, *i* Intercalarstück, *e* elastisches Band, *k* Knorpel.

- Fig. 1. Skelett des Schwanzes von *Squatina* spec. Vergr. 2/1.
- Fig. 2. Nerven des Schwanzes von *Heptanchus cinereus*. Von dem feinen medianen Netze in der Caudalis sind nur wenige Maschen gezeichnet. Die Segmentirung der Wirbelsäule verschwindet hinten, eben so gehen die sensiblen Wurzeln und sogar die Spinalnerven überhaupt ein. Nat. Gr.

- Fig. 3. Stück des Schwanzskelettes von *Dasybatis clavata*. Nat. Gr.
- Fig. 4. Vordere Dorsalis von *Zygaena malleus*. Die Haut ist nur noch bei *II* erhalten, im Übrigen bis auf die Knorpel, resp. die Muskeln *M* abpräparirt. Der Collector verläuft ganz dicht jenseits der Bindegewebsmembran, welche die Flosse abschließt; nur in dem punktirten Theile schimmert er nicht durch, sondern liegt innerhalb der Muskeln. Nat. Gr.
- Fig. 5. Skelett der 1. Dorsalis von *Acanthias Blainvillei*. Stachel abgebrochen. *II* der aus der Flosse hervorragende Theil desselben. Nat. Gr.
- Fig. 6. Derselbe Stachel, um das Verhältnis des Knorpels zur Schmelzschicht zu zeigen. Bei *q* Querschnitt desselben.
- Fig. 7. Skelett und Nerven der 3. Dorsalis von *Acanthias Blainvillei*. Zeigt zugleich den Übergang von »ganzen« zu »halben« Wirbeln. Die Nerven sind etwas schematisch gehalten. Der Raum *II M* ist Haut und Musculatur. Der Hämalcanal ist punktirt. Nat. Gr.
- Fig. 8. Skelett und Nerven der hinteren Flossen der *Zygaena* von Fig. 4. Bei der Präparation sind einzelne größere Nerven abgerissen. Nat. Gr.
- Fig. 9. Skelett der 2. Dorsalis sammt dem betreffenden Stücke der Wirbelsäule von *Scymnus lichia*. Nat. Gr.
- Fig. 10. Wirbelsäule von *Heptanchus*. Nat. Gr.
- Fig. 11. Wirbelsäule von *Mustelus laevis*. Nat. Gr.
- Fig. 12. Wirbelsäule von *Scyllium stellare*. Nat. Gr.
- Fig. 13. Hinterste Spinalnerven von *Scyllium canicula*. Sensible Wurzel punktirt. Vergr. etwa 3/1.
- Fig. 14. Copie nach STANNIUS Taf. 4 Fig. 7. Rumpfnerv von *Acanthias*. *G. s.* Ganglion, *R. a.* untere Wurzel, *R. c.* Ramus communicans, *R. m.* Zweig für den Seitenmuskel, *R. p.* obere Wurzel, *T. a.* unterer gemischter, *T. d.* oberer gemischter Ast.

## Tafel 19.

- Fig. 1. Flossen von *Scyllium stellare* mit ihren Nerven. Nat. Gr.
- Fig. 2. Flossen von *Centrophorus granulosus* mit ihren hauptsächlichsten Nerven. Nat. Gr.
- Fig. 3. Flossen von *Centrina Salviani*. In der vorderen Dorsalis ist außer den hauptsächlichsten, etwas schematisch behandelten Nerven auch das Skelett und die Richtung der Musculatur angegeben, in der hinteren Dorsalis nur das Skelett. Vergr. 1/2.